ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUIN 1933.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE BOREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Paul Stroobant**, Correspondant de l'Académie pour la Section d'Astronomie, Directeur de l'Observatoire d'Uccle, et à M. **Francesco Miranda da Costa Lobo**, Directeur de l'Observatoire de Coïmbre, qui assistent à la séance.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** adresse ampliation du décret, en date du 24 juin 1933, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Pieter Zeeman** pour occuper la place d'Associé étranger vacante par le décès de sir *Ray Lankester*.

Il est donné lecture de ce décret.

M. **Roux** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, pour sa bibliothèque, le sixième volume des *Œuvres de Pasteur* réunies par son petit-fils le Dr Louis Pasteur-Vallery-Radot.

Ce sixième volume contient l'œuvre médicale de Pasteur. Une introduction écrite par le Dr Pasteur-Vallery-Radot montre comment Pasteur a été amené à s'occuper du rôle des microbes dans les maladies infectieuses. Dès ses premières expériences sur la fermentation lactique et sur la fermentation alcoolique, Pasteur avait la conviction que les maladies infectieuses de l'homme et des animaux sont causées par le développement de microbes dans leur organisme. Il s'en est expliqué dès 1859 dans une Note manus-

crite. En 1867, dans une lettre adressée à l'Empereur, il exprime son intention d'aborder l'étude des virus. Les termes de maladies des vins, de maladies de la bière, qu'il emploie souvent dans ses ouvrages, indiquent le rapport qu'il conçoit entre les fermentations et les maladies infectieuses.

Ce volume commence avec les premières communications sur la putréfaction et les fermentations faites par Pasteur à l'Académie de Médecine à son entrée dans cette Compagnie en 1873. Dès lors était ouverte la controverse doctrinale, souvent passionnée, qui s'est développée dans les diverses Sociétés savantes et qui devait durer jusqu'en 1886, à propos de cette série extraordinaire de découvertes sur l'atténuation des virus, la vaccination contre le charbon, contre le rouget des porcs et qui aboutit au traitement préventif de la rage après morsure.

Dans ce court espace de temps, de 1877 à 1885, la révolution médicale était accomplie. Tous les documents se rapportant à cette époque héroïque de la bactériologie sont réunis dans ce volume de plus de 900 pages. Le Dr Pasteur-Vallery-Radot a suivi l'ordre chronologique chaque fois que cela était possible sans nuire à la clarté de l'exposé. Le plus souvent il a réuni dans un même chapitre les communications traitant d'une même question.

On ne saurait priser trop haut l'intelligence et le soin apportés à cette publication. Les textes ont été colligés avec une véritable piété. Les variantes inévitables dans des communications faites dans diverses sociétés sur le même sujet sont signalées avec scrupule.

De l'ensemble des six volumes déjà parus et qui sera complété par un septième volume de documents, l'*Œuvre pasteurienne* apparaît dans son impressionnante grandeur.

Le Dr Pasteur-Vallery-Radot en réunissant tous ces travaux épars a rendu un éminent service aux travailleurs et à l'histoire des sciences. Non seulement il a élevé le plus beau monument à la mémoire de son grand-père mais il a aussi bien servi la France.

PHYSIQUE. — *Sur un générateur d'impulsions électriques fonctionnant à trois millions de volts.* Note de M. D'ARSONVAL.

Le 21 juin, nous avons présidé à l'inauguration de cet appareil installé à Ivry dans le laboratoire Ampère, fondé il y a dix ans par la Compagnie générale d'Électrocéramique pour l'essai des isolateurs de sa fabrication.

Ce nouveau dispositif fait suite à celui de un million de volts pour les essais à fréquence industrielle, 50 périodes, destiné au même but depuis 1923. Il a été établi pour étudier *expérimentalement* les perturbations causées par la foudre sur les réseaux électriques. Les surtensions produites par les décharges atmosphériques ne durant que quelques millionièmes de seconde, il était important de pouvoir les reproduire et d'en enregistrer la forme et la valeur par l'oscillographe cathodique.

Le dispositif est très simple *en théorie :* il consiste à charger *en parallèle*, 100 condensateurs à 30000 volts et à les décharger *en série* à 3 millions de volts. Sa réalisation *pratique* n'a pu être obtenue qu'à la suite des longs et pénibles essais auxquels se sont livrés, sous la direction de M. Schuep, nos ingénieurs MM. Bellon et Sollima.

Les caractéristiques de ce générateur d'ondes de choc sont les suivantes :

Nombre de condensateurs....................	100
Capacité par condensateur....................	0,5 microfarad
Tension max. par condensateur..................	30000 volts
Tension max. des 100 condensateurs en série.....	3000000 volts
Capacité » »	0,005 microfarad
Energie totale de la décharge....................	22500 joules
Intensité max. instantanée....................	3000 ampères
Puissance max. instantanée....................	9000000 kilowatts

On peut obtenir les couplages les plus variés, et notamment des décharges de l'ordre de 60000 ampères sous 150000 volts. Les détails en sont donnés dans un Mémoire spécial. A 3 millions de volts la longueur de l'étincelle, à l'air libre, dépasse 4 mètres avec cette puissance instantanée de 9 millions de kilowatts.

Mon but n'est point de décrire ce remarquable instrument, mais bien de rappeler que toutes les conceptions sur lesquelles il repose sont d'origine française. Ces différentes conceptions qui se succèdent de 1752 à 1933, avec réalisations partielles par leurs auteurs français, se trouvent aujourd'hui harmonieusement réunies dans ce générateur, grâce aux puissants moyens dont dispose de nos jours l'industrie électrique.

La puissante étincelle de choc du laboratoire Ampère n'est point une nouveauté pour la France. Elle y a été produite, et sur une plus grande échelle, il y a près de deux siècles. C'est en effet le 12 juillet 1752 que Jacques de Romas conçut sa célèbre expérience, et en mai 1753 qu'il l'exécuta dans la ville de Nérac devant tout un peuple frappé à la fois de stupeur et d'admiration.

En lançant son cerf-volant vers les nuées orageuses, de Romas obtint des étincelles de 6m de longueur et de la grosseur du bras, qui éclataient avec un bruit formidable faisant sauter les vitres dans le voisinage. En les dirigeant avec son *excitateur* sur le point qu'il voulait frapper, de Romas put disloquer des blocs de bois et de maçonnerie, foudroyer de gros animaux, mais par contre protéger efficacement contre ces puissantes décharges, des pigeons enfermés dans une cage métallique reliée à la terre.

Par cette grandiose expérience de Romas a donc le premier produit l'onde de choc, démontré la nature électrique de la foudre et prouvé l'efficacité de la cage métallique retrouvée 100 ans après par l'illustre Faraday.

L'Académie des Sciences a d'ailleurs reconnu et proclamé par trois fois la priorité de de Romas sur Franklin et sur Faraday :

1° Le 4 février 1764, en publiant un rapport rédigé en son nom par Duhamel et l'abbé Nollet;

2° En le nommant membre correspondant dans la séance du 29 mars 1775;

3° En me déléguant pour prononcer en son nom le discours proclamant les mérites de l'illustre physicien lors de l'inauguration de sa statue à Nérac le 22 octobre 1911 par le Président Fallières.

A cette occasion, notre regretté correspondant, l'héroïque Docteur Bergonié, remit au Président de la République les *œuvres inédites de J. de Romas sur l'Électricité*, réunies par lui et son collègue Courteault et publiées par les soins de l'Académie de Bordeaux.

Ainsi fut définitivement consacrée la gloire de Jacques de Romas. Nous ne trouverions rien à changer aujourd'hui à ses expériences qu'on reprend d'ailleurs, en Suisse, sur les pentes du Monte Generoso près de Lugano.

Mais on n'a pas toujours, comme Jupiter, la foudre à sa disposition pour produire de puissantes décharges électriques et en étudier les effets.

En inventant en 1859, l'accumulateur au plomb, Gaston Planté put constituer de puissantes batteries secondaires qu'il chargeait en parallèle et déchargeait en série en employant une faible source d'électricité.

Il put obtenir de la sorte des décharges de plusieurs centaines d'ampères sous 2000 volts et plus de tension.

En 1877, il fit mieux encore; avec sa batterie de 2000 volts il chargeait en parallèle une centaine de condensateurs qu'il déchargeait en série comme nous le faisons aujourd'hui. Gaston Planté réalisait ainsi une véritable onde de choc à 200000 volts avec sa *machine Rhéostatique.*

Gaston Planté que j'ai beaucoup fréquenté a publié ses *Recherches sur l'électricité*, en 1879, dans un volume assez rare aujourd'hui et dont je

possède un exemplaire qu'il m'avait dédié. Cet intuitif avait même soupçonné la nature corpusculaire de l'électricité au paragraphe 336 de son volume.

Au laboratoire Ampère on a remplacé pour charger les condensateurs, la batterie de Planté par des transformateurs industriels dont la première réalisation est due au Français Gaulard, mort d'ailleurs à la peine.

Les condensateurs ont dû être plongés dans l'huile comme je l'avais fait il y a 40 ans pour mes appareils de haute fréquence.

Mais cette idée des isolants liquides pour les hautes tensions est bien plus ancienne; elle remonte à 1860 et est due à un amateur parisien : M. Jean, qui, le premier construisit, d'après le livre de Du Moncel, des bobines d'induction donnant 30^{cm} d'étincelle.

Il isolait les circuits au papier buvard, desséchait ses bobines dans le vide et laissait ensuite entrer le liquide isolant (essence de térébenthine épaisse). On ne fait pas mieux aujourd'hui.

Quant à l'oscillographe cathodique c'est notre compatriote, M. Dufour, qui en a établi le premier modèle pratique.

J'ai cru devoir rappeler ces noms français car j'estime que ceux qui engrangent la récolte ont le devoir d'honorer ceux qui l'ont semée après avoir péniblement défriché le terrain.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — L'habitus, *ou individualité biologique des hybrides d'Hémérocalles* (Hemerocallis flava *L. et* H. fulva *L.*). Note de M. L. **Blaringhem**.

Peu de genres parmi les Liliacées se prêtent mieux que le g. *Hemerocallis* aux études de biologie florale. Cette forme de Lis, à fleurs légèrement zygomorphes groupées par 3 à 15 au sommet de hampes fortes, fleurit de la fin mai au début juillet; trois jours avant l'anthèse les boutons ont acquis leur forme et leur taille définitive; ils supportent parfaitement la castration et le pollen abondant fait nouer les ovaires, s'ils sont réceptifs, même sur les hampes détachées et mises avec un peu d'eau dans un coin humide du laboratoire. Peu d'espèces se prêtent mieux que les *Hemerocallis fulva* L. et *H. flava* L. à la démonstration précise de cette propriété que j'ai définie récemment sous le mot *habitus* (1), et cette fois encore l'indivi-

(1) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1850.

dualité biologique est surtout caractérisée par la forme, les positions respectives et la maturité des anthères et des ovaires lors de l'ouverture des fleurs. Mes premières observations datent de 1911; depuis 1921 je réalise chaque année une série d'hybrides où ont pu intervenir des formes horticoles telles que *H. aurantiaca*, *H. Forsteri*; c'est surtout avec les espèces *H. flava* L. et *H. fulva* L. et leurs dérivés que les faits observés sont démonstratifs.

A la vérité, j'ai fait connaître [1] et conserve ce point de vue que tous les représentants d'*H. fulva* cultivés en Europe ne sont probablement que des fragments du même individu. Une bonne raison en est fournie par le fait qu'en Europe on n'a jamais signalé, ni dessiné, de fruits de cette espèce cultivée et parfaitement décrite dès le XVIIe siècle. On reconnut cependant que le pollen était de bonne qualité, les ovaires et les ovules normaux et C. Sprengel (1793) dans ses remarquables études des *Secrets de la Nature* avoue n'avoir pu en obtenir de graines, de même que Kerner (1891) signale cette particularité comme une anomalie. Baillon (1881) admet que les stigmates sont réceptifs avant l'ouverture des anthères et laisse supposer que les insectes à longue trompe, qui n'existent pas en Europe, sont indispensables pour produire de bons fruits, à quoi Maximovicz (1888) répond en notant que la pollinisation artificielle soignée ne donne pas de meilleur résultat.

Depuis 1911, je me suis procuré des plantes *H. fulva* d'origines diverses, dont une à fleurs doubles, dont le pollen est absolument sans action sur les ovaires de l'*H. fulva* type. Bien que la variété à fleurs doubles fleurisse régulièrement trois semaines plus tard que le type, je dois, jusqu'à preuve du contraire, la regarder comme une simple variation végétative née de bourgeons [2] et non de graines; ce serait aussi l'origine de la variété à feuilles rubannées de vert et de blanc figurée dans des Ouvrages japonais du XVIIIe siècle. Le type à fleurs simples, cultivé à Bellevue (Seine et Oise), en pleine lumière ou sous bois, ou à Locon (Pas-de-Calais) sur terre forte qui retarde et prolonge la floraison, ou à Angers (Maine-et-Loire) sur terre sableuse et chaude qui avance et condense la floraison, partout *H. fulva* se présente avec des caractères floraux si nettement définis que j'y trouve la

---

(1) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 187.

(2) Les variations de bourgeons sont assez fréquentes chez les hybrides interspécifiques; j'ai obtenu de belles disjonctions végétatives, inédites, chez des *Geranium*, des *Aquilegia*, et surtout des Caryophyllées.

démonstration même de l'*habitus* d'un individu unique applicable à toute l'espèce.

Le bouton sur le point de s'ouvrir a 8^{cm} de long, $1^{cm},3$ dans sa plus grande épaisseur; les trois pétales externes laissent voir les trois internes accolés, qu'il suffit d'écarter pour trouver au même niveau le stigmate blanc papilleux déjà sensible au pollen. Or, au milieu de la journée ensoleillée qui précède l'ouverture de la fleur, les pointes des anthères des trois étamines externes sont à $8\text{-}9^{mm}$ du stigmate, les bases à 15^{mm}, les trois étamines internes ont leurs pointes au même niveau 15^{mm}, leurs bases $22\text{-}23^{mm}$; à midi les anthères sont brun rosé et molles, elles sont brumes et élastiques à 18^{h}; la croissance des filets cesse tandis que celle du style continue et porte le stigmate hors du bouton; le lendemain à 6^{h} le bouton évasé large de 2 à $2^{cm},5$ laisse écarter facilement les pétales et les anthères brun foncé se détachent sans difficulté; à 7^{h}, les anthères s'ouvrent vers la pointe par des fissures qui atteignent la base en une heure; à 10^{h} le pollen est à nu sur toute la surface des six étamines. Pendant ce temps les fleurs se sont épanouies graduellement, les filets se sont arqués portant les anthères vers le haut, le style s'est allongé et l'on note une distance de $2^{mm},8$ à 3^{mm} entre les étamines et le stigmate saillant. Ces allongements, ces courbures peuvent être notées sur toutes les fleurs de toutes les plantes, avec un retard qui peut être de 6 heures par journée froide et pluvieuse, toujours moindre à l'ombre par temps sec; la régularité même des phénomènes indique qu'il s'agit ici de légères variations de turgescence en rapport avec le milieu.

Il en est tout autrement des plantes *Hemerocallis flava*. J'en ai une dizaine de touffes provenant de graines, les unes à floraison tardive, d'autres précoces; les unes à hampes fournies, d'autres à hampes grêles ne portant que quelques fleurs. L'irrégularité de la floraison est la règle; mais tout diffère d'une plante à l'autre dans les boutons, dans l'épanouissement, dans la durée même des fleurs. Chez *H. fulva*, le lendemain de l'anthèse, la fleur se fane sur un rythme toujours le même; les anthères deviennent visqueuses; le pollen est enrobé dans une sorte de glu qui forme manchon autour du style, tandis que les pétales visqueux aussi se roulent et se fripent autour du style toujours grêle et encore réceptif. Chez *H. flava*, la fleur ouverte est en entonnoir court plus évasé, les anthères sont en ordre dispersé par la croissance irrégulière des filets; souvent le style cesse de croître au niveau des anthères et l'autopollinisation suivie de fécondation est la règle; mais sur d'autres plantes le style dépasse les anthères ouvertes de plus de 1^{cm}; sur d'autres, il n'atteint la base des anthères que lorsque celles-ci commencent à s'ouvrir. La déhiscence des anthères est régulière pour une plante donnée et presque simultanée pour les fleurs à point d'une même touffe; entre deux touffes voisines dérivées de deux graines, il peut y avoir dans les intervalles d'ouverture des anthères des décalages de 6 heures et

même davantage par rapport à l'heure d'épanouissement des corolles. Des faits du même ordre, mais beaucoup plus désordonnés, ont lieu chez les descendants métis et hybrides, plus ou moins fertiles, entre *H. flava* L. et les races horticoles *Forsteri*, *Aurantiaca*, et aussi chez les hybrides nombreux mais à hérédité unilatérale de ces mêmes formes pollinisées par *H. fulva*.

J'ai obtenu près de 500 individus, provenant de graines, dans ces derniers essais, tous plus ou moins différents par les hampes, la taille des fleurs et même les coloris fondamentalement jaunes. Je n'ai obtenu que trois plantes à fleurs fauves d'un ton plus lavé, moins chaud que celui de l'*H. fulva*, deux à hampes très élevées, flexibles portant les fleurs sur des pédoncules allongés, minces et souples, désignés par les numéros matricules (6306) *a* et (5306) *c*, un à hampe basse épaisse à fleurs sur pédoncules épais, qui a fleuri en 1932, mais ne fleurira pas en 1933 peut-être par épuisement (0.903). Le pollen de (6306)*a* et de (0.903) agit nettement sur les ovaires de l'*H. fulva* jeunes et agés, détermine la production de fortes capsules qui jusqu'ici n'ont renfermé aucune bonne graine; le pollen de (6306)*c* n'a pas d'action notable; ces trois dérivés de l'*H. fulva*, qui en ont les traits les plus saillants sont les seules plantes qui provoquent la persistance et le gonflement prolongé des fruits de *H. fulva*; inversement j'obtiens facilement de bonnes graines par les combinaisons (6306)*a* × *fulva*, 0.903 × *fulva* et ainsi (6306)*a* × 0.906 et réciproque, aucune graine dans les combinaisons où intervient (6306)*c*. Un désordre caractéristique affecte les fleurs de cette dernière espèce qui se traduit pour toutes par des difficultés à l'ouverture, par l'irrégulière maturation des anthères par des bizarreries dans la dessiccation des pièces du périanthe et de l'androcée, tandis que les styles s'accroissent à l'intérieur du bouton, s'y coudent en Z par manque de place; et j'attribue pour partie la stérilité des ovaires de cette plante à l'extrême longueur du style dont les tissus jeunes ne cessent de croître.

Un phénomène, rencontré ailleurs chez des hybrides de Blé et d'Ægilopes, est aussi bien caractéristique de cette plante; les déformations résultent de la croissance continue des organes femelles alors que les organes mâles sont profondément altérés, ce qui explique parfaitement les désordres qui sont la règle dans tous mes hybrides entre espèces d'Œillets et dans les formes à sexualité intermédiaire des hybrides entre espèces d'Ancolies [1].

Pour les Hémerocalles comme pour les Lis la fécondation est possible

---

[1] *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1871.

sur les hampes détachées et la fructification en est parfois facilitée. Cette circonstance qui tient à l'abondance des réserves nutritives accumulées dans les hampes florales permet de suivre, au laboratoire dans des conditions strictement comparables, l'évolution des boutons floraux et la diversité individuelle de la dichogamie. Toutefois les phénomènes sont moins marqués, présentent des phases moins saccadées que sur les plantes en place par journée ensoleillée, circonstance qui est évidemment en relation avec des différences dans les turgescences des tissus en maturation sexuelle.

En résumé, les espèces fécondes d'Hémerocalles présentent des *habitus* ou individualités biologiques variées, surtout divergents et parfois aberrants dans les hybrides entre variétés de souches différentes; ces variations dans la maturation des organes sexuels font un contraste marqué avec l'homogénéité et la régularité des processus observés sur différents lots de l'*Hemerocallis fulva* L., espèce qui est sans doute, en Europe, le morcellement d'un seul individu très ornemental et cultivé depuis plusieurs siècles.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les papillons hétérocères de la tribu des Lonomiicæ, groupe terminal de la famille des Hémileucides.* Note de M. E-L. **Bouvier**.

J'achève actuellement l'étude des Hémileucides qui, dans le groupe des Saturnioïdes, constituent à eux seuls une famille aussi riche que les deux autres réunies, Syssphingides (déjà publiés) et Saturnides.

Dans les préliminaires d'un travail consacré à la première section des Hémileucides, j'ai montré que la seconde section de la famille se divise en deux sous-familles, Dirphiinés et Automérinés, que cette dernière sous-famille comprend trois tribus, Automéricés, Agliicés et Lonomiicés, enfin que cette troisième tribu est représentée par trois genres, *Perigopsis* Bouv., *Lonomia* Wkr et *Periga* Wkr, le premier séparé du troisième où l'on avait jusqu'alors réuni deux espèces très dissemblables, *oculata* Schs qui établit le passage aux Automéricés et devient le type du genre *Perigopsis*, *circumstans* Wkr qui semblait alors être l'unique espèce du genre *Periga* (*Ann. sc. nat. zool.* 10e série, XV, 1932, p. 383-386).

Poussant plus loin l'examen de cette tribu il ne m'a pas été difficile d'apercevoir que le genre *Lonomia* est tout anssi composite que l'était le genre *Periga*. Ce qui ne saurait surprendre étant donnés, d'une part le vague des diagnoses consacrés à ces genres, d'autre part la similitude extérieure

qu'ils présentent, au moins dans leurs formes en apparence les plus normales, *circumstans* pour *Periga*, pour *Lonomia*, *achelous* Cram, *electra* Drc, *carnica* Schs et *cynira* Cram, espèces caractérisées par la rayure externe de leurs ailes et par la présence, sur les antérieures, de deux points discaux dont l'un au moins est blanc.

Or, quand on étudie *achelous*, type du genre *Lonomia*, *electra* (=*concordia* Drc) et *carnica*, on constate que ces trois espèces sont toujours dépourvues de rayure interne sur les ailes postérieures et que l'armature sexuelle de leurs mâles se distingue par une grande simplicité : uncus (ou tergite du segment IX) sans annexes et simplement recourbé, claspers (ou appendices en pince du même segment) réduits à leur lobe latéral qui est étroit, obtus et muni sur sa face interne d'une petite griffe (que j'avais déjà signalée dans *concordia*), pénis en forme de bouclier.

Mais quand on étudie *cynira*, on se trouve en présence de caractères tout autres : d'abord, les ailes postérieures, chez le mâle au moins, sont ornées d'une forte rayure interne noire déjà vue et très bien figurée par Cramer [Pap. exot., II, Pl. 152*c* (♂), 1779], ensuite l'armature sexuelle est tout à fait remarquable par son étroit uncus infléchi en lame à bout tronqué, mais dominé par deux puissants lobes dorsaux lamelleux qui se fusionnent en pédoncule à leur base; les claspers sont encore simples, mais sans griffe aucune, fort allongés et rétrécis en arrière où ils se croisent en bout obtus au-dessus des lobes lamelleux; le pénis d'ailleurs se réduit à une petite colonne rectangulaire.

Les individus qui présentent ces caractères sont d'assez grande taille comme le ♂ figuré par Cramer, et c'est pourquoi je les considère comme de vrais *cynira*. Mais il en est d'autres, très semblables, où l'armature appartient au même type, toutefois avec le prolongement des claspers réduit à une courte massue, la portion infléchie de l'uncus bilobée à son bout libre et le pénis dépassé par deux petites épines; de toute évidence, il s'agit d'une espèce différente, d'ailleurs plus petite, que l'on peut appeler *subcynira* pour la rapprocher et la distinguer de la précédente. Dans *circumstans*, mêmes caractères des ailes, même réduction du pénis, également grande complexité de l'uncus; celui-ci présente d'ailleurs une toute autre conformation, son annexe dorsale a la forme d'une épine recourbée en arrière et sa partie médiane est flanquée à droite et à gauche d'une épine un peu moins infléchie et plus courte; les claspers sont d'ailleurs inermes comme dans *cynira* et *subcynira*, mais sans prolongement à leur bout postérieur qui est largement arrondi. Malgré ces traits

différents, les deux dernières espèces sont du même type que *circumstans*, et comme lui, appartiennent au genre *Periga ;* nous ne sommes plus en présence du type *Lonomia :* ce que Draudt désigne et figure, dans le « Seitz », sous le nom de *Lonomia cynira*, n'est rien autre que le *Lonomia electra* de Druce.

Dès lors, la tribu des Lonomiicés me paraît diversifiée et composée comme il suit :

Perigopsis : avec petit ocelle sur les antérieures, sans rayure interne aux postérieures; uncus simple, claspers ayant un lobe latéral armé en dedans d'une puissante épine et flanqués d'un lobe ventral distinct; sternite VIII échancré d'*Automeris* et pénis du type automérien; deux espèces, *oculata* et *ferruginea* Drdt, cette dernière tenue par Draudt pour une variété d'*oculata*.

Lonomia : sans ocelle aux antérieures qui ont deux points discaux, sans rayure interne aux postérieures, uncus et claspers simples, ces derniers avec petite griffe interne; sternite VIII sans échancrure, pénis en bouclier; cinq espèces, *achelous*, *electra*, *carnica*, *submacula* Wkr et *diabolus* Drdt, je n'ai pu encore étudier l'armature sexuelle des deux dernières.

Periga : avec deux points discaux aux antérieures, une rayure interne aux postérieures chez le ♂, uncus avec des pièces annexes puissantes, claspers simples et sans armature; sternite VIII, sans échancrure, pénis étroit et réduit. Trois espèces : *circumstans*, *cynira* et *subcynira*.

Évidemment, *Perigopsis* est une forme de transition qui rattache la tribu aux Automéricés. Évidemment aussi, *Periga* et *Lonomia* sont voisins et paraissent l'être d'autant plus que leurs femelles semblent identiques: mais cette identité n'est sans doute qu'un leurre produit par un phénomène de convergence, car, pour les rayures et l'armature copulatrices, elle est loin de s'étendre aux mâles.

Aux trois genres précédents, il faut ajouter en quatrième le suivant dont j'ai trouvé le type parmi les récoltes effectuées au Tumac-Humac par mon regretté ami Geay. Il s'agit d'un exemplaire mâle qui a la taille réduite et les ailes antérieures aiguës des *Perigopsis*, mais sans la rayure interne anguleuse de ces derniers et, au lieu de la tache discale ocelliforme, deux tout petits points discaux; les claspers et le pénis sont du même type, et le sternite VIII présente une échancrure encore plus profonde. C'est, à coup sûr, une forme voisine des *Perigopsis* et présentant comme eux des affinités automériennes, mais avec un sternite V tout autre, armé de deux longues épines et non en triangle obtus; par ses antennes bipectinées et ce sternite,

elle s'apparente à *Prohylesia friburgensis* Schaus, alors que son faciès la fait ressembler aux Dirphiens du genre *Ancistrota*, d'où le nom de *Parancistrota* que je propose pour ce nouveau genre, dont le type unique sera le *P. Geayi*.

M. E.-L. **Bouvier** fait hommage à l'Académie de deux Mémoires : *Étude des Saturnioïdes normaux. Famille des Syssphingidés* et *Étude des Saturnioïdes normaux. Famille des Hémileucidés.* 1re Partie : *Généralités et section des Hémileucites.*

M. **Léon Guillet** fait hommage de la deuxième édition de son livre : *Méthodes d'études des alliages métalliques.*

Ce volume, singulièrement développé, envisage les questions nouvelles, notamment les essais de corrosion, les essais lents de traction et la viscosité, le vieillissement des produits métallurgiques, les essais de fatigue, etc.

M. **Henri Jumelle** fait hommage à l'Académie d'un travail intitulé *La variation phanérogamique du Spitsberg.*

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger, en remplacement de M. *A. Michelson* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 50,

M. Albert Einstein	obtient...........	34 suffrages
M. Ch.-Ed. Guillaume	»	6 »
M. H. F. Osborn	»	4 »
M. T. H. Morgan	»	3 »
M. S. Ramon Cajal	»	1 »

Il y a 2 bulletins blancs.

M. **Albert Einstein**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Éducation nationale** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats au poste de Directeur de l'*Observatoire de Lyon*.

(Renvoi à la Division des Sciences mathématiques.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Rapport général sur les Nivellements de précision exécutés pendant les six années* 1924 *à* 1929 *dans les pays adhérents à l'Union géodésique et géophysique internationale*, par Jean Vignal. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

2° *Leçons sur les Fondations univalentes ou multivalentes*, par Paul Montel, recueillies et rédigées par F. Marty avec une Note de Henri Cartan. (Présenté par M. E. Borel.)

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Le problème de la répartition.* Note de M. **Edgar Baticle**, présentée par M. Émile Borel.

J'appelle problème de la répartition celui qui consiste à rechercher la probabilité que k solutions de l'équation

$$x_1 + x_2 + \ldots + x_n = a$$

sont supérieures à une quantité αa $(\alpha < 1)$.

Au lieu de variables continues, j'envisagerai d'abord m objets, et je chercherai la probabilité ϖ_k^n pour que, ces m objets étant répartis en n lots, k de ces lots contiennent plus de p objets.

Le nombre total de groupements possibles en n lots est C_{m-1}^{n-1}, puisque, si les m objets sont alignés, il y a C_{m-1}^{n-1} manières de placer $n-1$ séparations dans les $m-1$ intervalles.

Si j'isole k fois p objets, je peux faire avec les $m-kp$ objets restants C_{m-kp-1}^{n-1} groupements en n lots et je peux associer chaque lot avec chacun des k lots, réservés, de p objets, de façon à avoir $C_n^k C_{m-kp-1}^{n-1}$ groupements qui ont ainsi plus de p objets chacun.

Mais tous ces groupements ne sont pas distincts. Si j'appelle

$$X_k, \quad X_{k+1}, \quad X_{k+2}, \quad \ldots$$

les nombres respectifs de groupements distincts où il y a k, $k+1$, $k+2$, ... lots de plus de p objets, on se rend aisément compte que, dans les groupements obtenus de la manière indiquée ci-dessus, un groupement où $k+u$ lots ont plus de p objets se retrouve $C^k_{k+u} X_{k+u}$ fois. Il en résulte que l'on a l'équation

$$C^k_n C^{n-1}_{m-kp-1} = X_k + C^k_{k+1} X_{k+1} + C^k_{k+2} X_{k+2} + C^k_{k+3} X_{k+3} + \ldots.$$

On aurait de même

$$C^{k+1}_n C^{n-1}_{m-(k+1)p-1} = X_{k+1} + C^{k+1}_{k+2} X_{k+2} + C^{k+1}_{k+3} X_{k+3} + \ldots.$$

et ainsi de suite.

La résolution du système d'équations ainsi obtenu est immédiate.

Les équations donnant les probabilités ϖ^k_p, ϖ^p_{k+1}, ... se déduisent des précédentes en divisant les deux membres de chacune d'elles par C^{n-1}_{m-1}.

Pour passer aux variables continues, il suffit de remarquer que la valeur asymptotique de $C^{n-1}_{m-(k+u)p-1} : C^{n-1}_{m-1}$, où l'on fait $p = \alpha m$, et où m tend vers l'infini, est $[1-(k+u)\alpha]^{n-1}$. De sorte que le système d'équations donnant les probabilités ϖ^α_k, ϖ^α_{k+1}, ϖ^α_{k+2}, ... d'avoir k, $k+1$, $k+2$, ... variables supérieures à αa est le suivant :

$$(1) \quad \begin{cases} C^k_n(1-k\alpha)^{n-1} = \varpi^\alpha_{k+1} C^k_{k+1}\varpi^\alpha_{k+1} + C^k_{k+2}\varpi^\alpha_{k+2} + \ldots, \\ C^{k+1}_n[1-(k+1)\alpha]^{n-1} = \varpi^\alpha_{k+1} + C^{k+1}_{k+2}\varpi^\alpha_{k+2} + \ldots, \\ C^{k+2}_n[1-(k+2)\alpha]^{n-1} = \varpi^\alpha_{k+2} + \ldots, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Les résultats ci-dessus trouvent évidemment leur application en statistique (distribution des richesses, débits des cours d'eau, etc.). On remarquera, à ce sujet, que ce qu'il faut calculer, pour les comparer aux résultats expérimentaux, ce sont les valeurs moyennes, ou probables, $\bar{k}$, des nombres k, c'est-à-dire $\Sigma k\varpi^\alpha_k$, k prenant toutes les valeurs possibles de 1 à n. Or, cette expression n'est autre que le second membre de la première équation du système (1), où l'on ferait $k=1$; on a donc $\bar{k} = n(1-\alpha)^{n-1}$. C'est là ce qu'on peut appeler la formule de la *répartition normale*.

On peut remarquer que si dans la formule $\bar{k} = n(1-\alpha)^{n-1}$, on pose $\alpha = x/n\mu$, μ étant la moyenne arithmétique des variables éventuelles, et $y = \bar{k}/n$, on aura, pour n très grand, $y = e^{-x/\mu}$, ou $x = -\mu \log y$: *la grandeur x est proportionnelle au logarithme changé de signe de sa fréquence relative.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équivalence de deux méthodes de réduction du problème plan biharmonique à une équation intégrale.* Note [1] de MM. **V. Fock** et **N. Muschelišvili**.

M. V. Fock [2] a réduit le premier problème [3] d'élasticité à deux dimensions (ou ce qui revient en substance au même le problème biharmonique) à une équation intégrale de Fredholm (à noyau réel et régulier) pour la valeur du laplacien de la fonction biharmonique sur le contour; la théorie a été développée en russe [4].

Récemment, M. Muschelišvili [5] a donné la solution du premier et du deuxième problème en les réduisant aux équations intégrales complexes par un procédé différent de celui de M. Fock.

Nous allons montrer que l'équation intégrale obtenue par M. Muschelišvili pour le premier problème n'est qu'une combinaison linéaire des équations établies par M. Fock.

Soit $x + iy = z = f(\zeta)$ la fonction définissant la transformation conforme du domaine donné dans le plan z sur l'intérieur du cercle $|\zeta| = 1$ du plan ζ. Désignons par u le laplacien (par rapport aux variables x, y) de la fonction biharmonique cherchée χ et par $w(\zeta) = u + iv$ la fonction holomorphe dont la partie réelle est u. Posons

$$f(e^{is}) = f_s, \qquad w(e^{is}) = w_s = u_s + iv_s, \qquad w(0) = \overline{\overline{u}} + i\overline{\overline{v}} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}(u_s + iv_s)\,ds,$$

la lettre s désignant l'arc du cercle $|\zeta| = 1$. Écrivons la formule (3) de la Note de M. Fock

$$\text{(1)} \qquad \frac{i}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\partial}{\partial s}\left[\cot\frac{s-\sigma}{2}(f_\sigma - f_s)\right]u_\sigma\,d\sigma + (w_s - i\overline{\overline{v}})\frac{df_s}{ds} = \Psi_s$$

et celle qu'on obtient de celle-ci par le procédé indiqué dans la même Note,

---

(1) Séance du 12 juin 1933.

(2) V. Fock, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 264.

(3) Par le premier problème nous entendons le problème relatif au cas où l'on suppose données les tensions périphériques. Le problème relatif au cas où l'on suppose données les déplacements périphériques sera dit le deuxième problème.

(4) V. Fock, *Journal de la Soc. physico-chimique russe*, 58, 1926, p. 11.

(5) N. Muschelišvili, *Mathematische Annalen*, **107**, 1932, p. 282. Un résumé de ce article est publié dans les *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 77 et 221.

c'est-à-dire en y remplaçant, sous le signe $\int$, u_σ par $-iv_\sigma$ et en ajoutant au premier membre $(\bar{\bar{u}}+i\bar{\bar{v}})\,df_s/ds$,

$$(2)\qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\partial}{\partial s}\left[\cot\frac{s-\sigma}{2}(f_\sigma-f_s)\right]v_\sigma\,d\sigma+(\varpi_s+\bar{\bar{u}})\frac{df_s}{ds}=\Psi_s.$$

Dans ces formules, la fonction $\Psi_s=\Psi(e^{is})$ qui figure au second membre est la valeur sur le cercle de la fonction holomorphe

$$(3)\qquad \Psi(\zeta)=\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi}\frac{e^{i\sigma}+\zeta}{e^{i\sigma}-\zeta}\,\frac{d}{d\sigma}\left(\frac{\partial\chi}{\partial x}+i\frac{\partial\chi}{\partial y}\right)d\sigma,\qquad \Psi(0)=0,$$

de sorte que Ψ_s se calcule aisément, les dérivées $\partial\chi/\partial x$ et $\partial\chi/\partial y$ étant données sur le contour.

Formons la demi-somme de (1) et (2) et remplaçons-y la cotangente par son expression

$$(4)\qquad \cot\frac{s-\sigma}{2}=\frac{2ie^{i\sigma}}{e^{is}-e^{i\sigma}}+i.$$

Nous obtenons

$$(5)\qquad \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{\partial}{\partial s}\left[\frac{e^{i\sigma}(f_s-f_\sigma)}{e^{is}-e^{i\sigma}}\right]\bar{\varpi}_\sigma\,d\sigma+\varpi_s\frac{df_s}{ds}+\bar{\varpi}(0)\frac{df_s}{ds}=\Psi_s.$$

Cette équation (multipliée par $-1/4\,ie^{-is}$) ne diffère que par les notations de l'équation (46) de l'article de M. Muschelišvili; les différentes notations sont résumées dans le tableau suivant :

Muschelišvili............	U	$\omega(\zeta)$	$\varphi'(\zeta)$	$A'(\zeta)$	k	σ	σ_0
Fock..................	χ	$f(\zeta)$	$\frac{1}{4}f'(\zeta)\varpi(\zeta)$	$-\frac{i}{4\zeta}\Psi(\zeta)$	$\frac{1}{4}\bar{\varpi}(0)$	$e^{i\sigma}$	e^{is}

Remarquons que, dans la Note de M. Fock, les équations (1) et (2) ont été réduites à *une seule* équation de Fredholm (pour u_s) à noyau réel, tandis que l'équation intégrale complexe (5) du Mémoire de M. Muschelišvili est équivalente à un *système* d'équations de Fredholm. La forme complexe de l'équation intégrale, en apparence plus compliquée, peut néanmoins être très utile dans les applications.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'intégrale d'une fonction holomorphe à partie réelle positive.* Note [1] de M. **Julius Wolff**, transmise par M. Émile Borel.

Soit $f(z) = f(x+yi) = u(z) + iv(z)$ holomorphe et à partie réelle $u(z)$ positive dans le demi-plan $D(x > 0)$.

Posons

$$F(z) = \int_1^z f(t)\,dt = \varphi(z) + i\psi(z). \tag{1}$$

Dans la présente Note, nous démontrerons une propriété de la fonction $\psi(z)$, partie imaginaire de $F(z)$.

Si la dérivée angulaire de $f(z)$ à l'infini est égale à zéro, le quotient $\psi(z)/z^2$ tend vers zéro quand z tend vers l'infini d'une manière quelconque.

Partons de l'inégalité

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{u(x+yi)}{a^2+y^2}\,dy \leqq \frac{\pi u(x+a)}{a} \quad [2],$$

valable pour $x > 0$, $a > 0$, et qui peut s'écrire

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{d\psi(x+yi)}{a^2+y^2} \leqq \frac{\pi u(x+a)}{a}. \tag{2}$$

Il en résulte que, quel que soit $\eta \geqq 0$, on a

$$\frac{\psi(x+\eta i) - \psi(x-\eta i)}{a^2+\eta^2} \leqq \int_{-\eta}^{\eta} \frac{d\psi(x+yi)}{a^2+y^2} \leqq \frac{\pi u(x+a)}{a},$$

d'où

$$0 < \frac{\psi(x+yi) - \psi(x)}{a^2+y^2} \leqq \frac{\pi u(x+a)}{a} \tag{3}$$

et

$$0 < \frac{\psi(x) - \psi(x-yi)}{a^2+y^2} \leqq \frac{\pi u(x+a)}{a} \tag{4}$$

pour $x > 0$ et $y \geqq 0$.

---

[1] Séance du 12 juin 1933.

[2] J. Wolff et F. de Kok, *Les fonctions holomorphes à partie réelle positive et l'intégrale de Stieltjes* (*Bulletin de la Société mathématique de France*, 60, 1932, p. 222).

La dérivée angulaire de $f(z)$ à l'infini étant égale à zéro, on a, pour $x \to \infty$,

$$u(x) = o(x), \qquad v(x) = o(x),$$

donc

$$\psi(x) = o(x^2).$$

Donnons-nous un nombre $\varepsilon > 0$. Déterminons un nombre $A > 0$ tel que, pour $x > A$,

$$\frac{u(x)}{x} < \varepsilon \quad \text{et} \quad \frac{|\psi(x)|}{x^2} < \varepsilon.$$

Posons $a = x$ dans (3) et (4). Nous trouvons que pour $x > A$ et y quelconque

(5) $$\left| \frac{\psi(x+yi)}{x^2+y^2} \right| < \varepsilon + 2\pi\varepsilon.$$

Pour $0 < x \leq A$ la fonction $\psi(x)$ est bornée : $|\psi(x)| < \mathfrak{M}$ (1). Posons $a = A$ dans (3) et (4). Nous trouvons que pour $0 < x \leq A$, y quelconque

$$\left| \frac{\psi(x+yi)}{x^2+y^2} \right| < \frac{\mathfrak{M}}{x^2+y^2} + \frac{\pi\, u(x+A)}{A} \frac{A^2+y^2}{x^2+y^2}.$$

Or, le quotient $u(x)/x$ décroît quand x croît, donc

$$\frac{u(x+A)}{A} = \frac{u(x+A)}{x+A} \frac{x+A}{A} \leq 2 \frac{u(A)}{A} \leq 2\varepsilon.$$

Nous obtenons ainsi que pour $0 < x \leq A$, y quelconque

(6) $$\left| \frac{\psi(x+yi)}{x^2+y^2} \right| < \frac{\mathfrak{M}}{y^2} + 2\pi\varepsilon \left(1 + \frac{A^2}{y^2}\right).$$

Les inégalités (5) et (6) démontrent la proposition.

Remarque. — Si la dérivée λ de $f(z)$ à l'infini est positive la considération de $f(z) - \lambda z$ conduit à

$$\lim_{z \to \infty} \frac{\psi(z) - 2\lambda xy}{x^2+y^2} = 0,$$

quelle que soit la manière dont z tend vers l'infini.

---

(1) *Loc. cit.*, p. 223.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une propriété de certaines séries de Fourier.* Note de M. **Raphael Salem**, présentée par M. Émile Borel.

Nous nous proposons d'indiquer une condition nécessaire à laquelle doivent satisfaire les coefficients a_n, b_n, d'une série de Fourier telle que *toutes* les séries obtenues en changeant arbitrairement les signes de ces coefficients soient encore des séries de Fourier (¹). Prenons, pour simplifier, une série de cosinus : tous nos résultats s'appliquent sans changement aux séries de sinus.

Supposons que la série $\sum_1^\infty a_n \cos nx$ réponde à la question. Soit

$$\Sigma\alpha_n \cos nx + \beta_n \sin nx$$

la série de Fourier d'une fonction $\varphi(x)$ bornée et sommable, et soit $\bar{a}_i$ tel que $|\bar{a}_i| = |a_i|$ et $\bar{a}_i\alpha_i \geqq 0$. Par hypothèse, $\Sigma\bar{a}_n \cos nx$ est la série de Fourier d'une certaine fonction $f(x)$. On sait alors (²) que la série $\Sigma\bar{a}_n\alpha_n$ est sommable par le procédé de la moyenne arithmétique et a pour somme $1/\pi \int_0^{2\pi} f\varphi\, dx$. Or c'est une série à termes positifs. Elle est donc convergente. Ainsi, quelle que soit la fonction $\varphi(x)$ bornée et sommable, $|\Sigma a_n \alpha_n|$ converge.

Cela posé, considérons l'ensemble des séries $f(x) \sim \Sigma\varepsilon_n a_n \cos nx$ où les ε_i sont égaux à ± 1, et soit

$$\xi = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(1+\varepsilon_n)}{3^n};$$

à chaque série correspond un nombre ξ faisant partie d'un certain ensemble parfait X contenu dans $(0, 1)$; et à chaque nombre ξ faisant partie de cet ensemble correspond une série $f_\xi(x)$ et une seule. A deux valeurs suffisamment voisines de ξ, prises dans X, correspondent deux séries telles que les n premiers ε_i sont identiques pour ces deux séries, n étant aussi grand qu'on veut si les deux valeurs de ξ sont suffisamment voisines.

(¹) Nous appelons, avec M. Lebesgue, série de Fourier une série trigonométrique dont les coefficients sont donnés par les formules de Fourier appliquées à une fonction *sommable*.

(²) Cf. Hobson, *The theory of functions of a real variable and the theory of Fourier's series*, Cambridge, University Press, 1926, p. 578, § 380.

Or, quand n croît indéfiniment, $\dfrac{\sum_1^n a_p^2 \cos^2 \omega_p}{\log n \sum_1^n a_p^2}$ et $\dfrac{\sum_1^n a_p^2 \sin^2 \omega_p}{\log n \sum_1^n a_p^2}$ tendent vers zéro; il en est donc de même, d'après ce qui précède, de $\dfrac{\sum_1^n a_p^2 |\cos \omega_p|}{\sqrt{\log n \sum_1^n a_p^2}}$ et de $\dfrac{\sum_1^n a_p^2 |\sin \omega_p|}{\sqrt{\log n \sum_1^n a_p^2}}$; et, comme $|\cos \omega_p| + |\sin \omega_p|$ est supérieur à 1, on a, en employant une notation connue,

$$a_1^2 + a_2^2 + \ldots + a_n^2 = o(\log m).$$

En se reportant à notre précédente Note, on verrait qu'on peut remplacer $\log n$ par $\log[(a_1^2 + \ldots + n^2 a_n^2)/(a_1^2 + \ldots + a_n^2)]$. Si l'on parvenait à établir l'existence de la constante absolue D dont il est question dans cette Note, notre raisonnement prouverait la convergence de Σa_n^2 : seules les séries de Fourier de carré sommable jouiraient alors de la propriété énoncée.

Soit ξ_0 fixe dans X; quand ξ (de X) tend vers ξ_0, l'intégrale

$$\frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} [f_\xi(x) - f_{\xi_0}(x)] \varphi(x)\, dx = (\varepsilon_{n+1} a_{n+1} \alpha_{n+1} + \ldots) - (\varepsilon_{n+1}^0 a_{n+1} \alpha_{n+1} + \ldots)$$

tend vers zéro *quelle que soit* $\varphi(x)$ *bornée et sommable*, puisque la série $\Sigma |a_n \alpha_n|$ converge. On en déduit aisément, tenant compte de ce que X est parfait, et en appliquant un théorème de M. Lebesgue sur les intégrales singulières [1] que $\int_0^{2\pi} |f_\xi(x)|\, dx$ est bornée supérieurement, uniformément quel que soit ξ et que $\int_E |f_\xi(x)|\, dx$ tend vers zéro avec la mesure de l'ensemble E, uniformément quel que soit ξ.

---

[1] Cf. *Ann. Fac. Sc. Toulouse*, 3e série, 1, 1909, p. 57.

Dans ces conditions, il est facile de montrer ([1]) que $\sum_1^\infty |a_n \alpha_n|$ est uniformément bornée et tend uniformément vers zéro avec $\sum_1^\infty \alpha_n^2$ quelle que soit la fonction $\varphi(x)$ bornée et sommable, telle seulement que $|\varphi(x)|$ ne dépasse pas une constante C.

Cela étant, nous avons montré dans une précédente Note ([2]) que, quels que soient les r_p, on peut déterminer des ω_p tels que, pour toute valeur de x, on ait

$$\left|\sum_1^n r_p\, e^{pix+i\omega_p}\right| < C\sqrt{\log n}\sqrt{\sum_1^n r_p^2},$$

C étant une constante absolue. Il existe donc des ω_p tels que, quel que soit x,

$$\left|\frac{\sum_1^n a_p \cos\omega_p \cos px}{\sqrt{\log n \sum_1^n a_p^2}}\right| < C, \qquad \left|\frac{\sum_1^n a_p \sin\omega_p \cos px}{\sqrt{\log n \sum_1^n a_p^2}}\right| < C.$$

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur le prolongement des fonctions monogènes uniformes.* Note de M. **Alexandre Ghika**, présentée par M. Émile Borel.

Dans une Note ([3]) précédente, nous avons donné une définition plus générale, en quelque sorte, des fonctions monogènes uniformes de M. Borel, ainsi qu'une représentation analytique nouvelle par des séries de certaines fractions rationnelles.

Nous avons encore étendu cette définition en généralisant le domaine de monogénéité D et le domaine réduit Δ, les résultats de la Note, précédemment citée, subsistant avec cette nouvelle définition.

A cet effet, nous avons utilisé, comme domaine de monogénéité D, un ensemble parfait de points d'une région bornée du plan, en excluant de

---

([1]) Cf. Salem, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 144.

([2]) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1776.

([3]) Al. Ghika, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 483.

cette région les points intérieurs, au sens strict, à une infinité dénombrable de cercles c_n ne se coupant pas deux à deux, dont les centres forment un ensemble dense, au moins dans une certaine aire et de rayon r_n vérifiant les inégalités

$$\frac{r'_n}{2^{p+1}} < r_n < \frac{r'_n}{2^p} \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{\rho'_n} < \log\frac{1}{r'_n}$$

avec

$$\sum_{n=k+1}^{+\infty} \frac{\rho'_n}{1} < \frac{1}{4}\frac{1}{\rho_k}$$

quel que soit k.

Le domaine réduit Δ du domaine D est défini au moyen des quantités ρ_n, comme D au moyen des r_n (cercles concentriques), les quantités ρ_n vérifiant les inégalités

$$\frac{\rho'_n}{2^{p+1}} < \rho_n < \frac{\rho'_n}{2^p},$$

p étant un nombre fixe.

Ces domaines sont plus généraux, respectivement, que les domaines employés par M. Borel.

Considérons la suite double de fonctions

$$\varphi_n(z); \qquad \frac{1}{(z-a_0)^{n+1}} \quad (n=0, 1, 2, 3, \ldots),$$

où $\varphi_n(z)$ est le système de fractions rationnelles orthogonales et normales le long de la frontière C de D, *complet par rapport à l'ensemble des fonctions monogènes uniformes relativement à* D (suivant notre définition) et a_0 un point quelconque de Δ. En orthogonalisant et normalisant cette suite le long de C, on obtient le système double de fonctions $\varphi_n(z)$; $\psi_n(z)$ que nous avons démontré être *complet par rapport à l'ensemble des fonctions de carré de module sommable le long de* C.

Les fonctions $\psi_n(z)$ sont de la forme

$$\psi_n(z) \sim \sum_{i=0}^{+\infty} \psi_{ni}\varphi_i(z) + \sum_{k=0}^{n} p_{nk}\frac{1}{(z-a_0)^{k+1}}.$$

Nous avons démontré que *toute fonction monogène uniforme* (suivant notre définition) *est représentable par une série de la forme*

$$f(x) = \sum_{n=0}^{+\infty} f_n^* \int_c \frac{\overline{\psi_n(z)}}{z-x}\,ds \qquad (ds = |dz|),$$

$\overline{\psi_n(z)}$ désignant la quantité imaginaire conjuguée de $\psi_n(z)$, *convergeant absolument et uniformément sur* 1 et où

$$f_n^* = 2\pi i \sum_{k=0}^{n} p_{nk} \frac{f^{(k)}(a_0)}{k!}.$$

Enfin nous avons montré qu'*étant donnée une suite de quantités c_k pour qu'il existe une fonction monogène uniforme relativement à* D, suivant notre définition (de carré de module sommable le long de c) *et telle que*

$$c_k = \frac{f^{(k)}(a_0)}{k!} \qquad (k = 0, 1, 2, 3, \ldots; 0! = 1),$$

il faut et il suffit que la série

$$\sum_{n=0}^{+\infty} \left| \sum_{k=0}^{n} p_{nk} c_k \right|^2$$

soit convergente.

Cette condition de prolongement des fonctions monogènes uniformes est identique à une condition nécessaire et suffisante de prolongement, que nous avons trouvée antérieurement, pour les fonctions holomorphes à l'intérieur d'un domaine d'un seul tenant à connexion d'ordre multiple fini (et de carré de module sommable le long du contour).

Cela constitue donc une nouvelle analogie entre les fonctions monogènes uniformes et les fonctions holomorphes.

MÉCANIQUE QUANTIQUE. — *Sur deux particularités des Mécaniques dans un espace de fonctions d'ondes* (Ψ) : I. *Le principe d'Hamilton dans la Mécanique ponctuelle* (Ψ); II. *Les bases de la méthode de l'Hyperquantification.* Note de M. **Jean-Louis Destouches**, présentée par M. Louis de Broglie.

Poursuivant l'étude des Mécaniques abstraites, nous allons indiquer ici deux résultats que nous avons obtenus et que nous développerons ailleurs.

I. *Fonction de Lagrange et principe d'Hamilton de la Mécanique* (Ψ). — Les théorèmes de Dirac-Fock, que nous avons pu mettre sous une forme générale, nous permettent d'abord d'énoncer que toute Mécanique ondulatoire est équivalente à une Mécanique ponctuelle de l'espace des fonctions d'ondes dont les mouvements satisfont à des équations canoniques avec une

fonction hamiltonienne de la forme

$$F = \frac{2\pi i}{h} \sum K_{rs} x_s p_r,$$

x_s étant la $s^{\text{ième}}$ composante de Ψ dans un système de base $\{\varphi_s\}$. Si nous désignons par $\vec{v}_{rel}$ la vitesse du point M (défini par $\overrightarrow{OM} = \Psi$) par rapport au système des $\{\varphi_s\}$, nous déduisons des équations canoniques :

$$F = \frac{h}{2\pi i}(\Psi \cdot \vec{v}_{rel}).$$

Par analogie avec la Mécanique classique nous devons chercher à faire dériver les équations de la Mécanique (Ψ) d'un principe d'Hamilton. Si $\mathcal{L}$ est la fonction de Lagrange, on devra avoir

$$F = \sum_r p_r y'_r - \mathcal{L}(\ldots y_j \ldots; \ldots y'_j \ldots; t).$$

Nous trouvons comme expression de la fonction $\mathcal{L}$

$$\mathcal{L} = \sum_r y_r^* \left(\frac{h}{2\pi i} y'_r - \sum_s K_{rs} y_s \right)$$

et nous pouvons alors énoncer le théorème suivant :

Le mouvement du point M *défini par* $\overrightarrow{OM} = \Psi(t)$ *entre les instants* t_0 *et* t_1 *est caractérisé par le fait que l'intégrale* $\int_{t_0}^{t_1} \mathcal{L}\,dt$ *est stationnaire.*

En effet, après une transformation classique nous arrivons à

$$\delta \int_{t_0}^{t_1} \mathcal{L}\,dt = \int_{t_1}^{t_0} \left\{ \sum_r \left[\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial y_r} - \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial y'_r} \right) \right] \delta y_r + \sum_r \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial y_r^*} \delta y_r^* \right\} dt.$$

Pour que l'intégrale soit stationnaire, il faut que chaque coefficient des δy_r et δy_r^* soit nul. Les équations de Lagrange expriment qu'il en est ainsi pour ceux des δy_r; elles sont identiques aux équations données par le premier théorème de Dirac-Fock. Alors les coefficients des δy_r^* sont nuls, les conditions $\partial \mathcal{L} / \partial y_r^* = 0$ donnant les conjuguées des équations de Lagrange. En outre, on constate que la fonction $\mathcal{L}$ est constamment égale à zéro.

Ainsi, pour définir l'évolution d'un ensemble mécanique, on peut partir, au lieu de l'équation d'ondes habituelle, d'un principe d'Hamilton pour la Mécanique ponctuelle de l'espace des fonctions d'ondes. Ce second point de vue est peut-être plus général, car on peut penser pouvoir définir une fonc-

tion $\mathcal{L}$ même dans des cas où l'on ne pourrait plus caractériser l'évolution d'un ensemble mécanique par un opérateur **H**.

II. *Principes de la méthode de l'hyperquantification.* — Comme nous l'avons démontré précédemment [1], l'équation de Jacobi de la mécanique ponctuelle (Ψ) et l'équation d'ondes de la mécanique ondulatoire (Ψ) sont identiques. C'est ce qui justifie en partie la Superquantification. Mais cette équation d'ondes peut être utilisée dans un autre sens, et former la base d'une méthode que nous désignerons sous le nom d'*hyperquantification*.

Si la position initiale du point M de l'espace (Ψ), c'est-à-dire la fonction d'ondes initiale, n'est connue qu'avec une certaine probabilité, il en sera de même à tout instant. A l'ensemble des mouvements possibles correspond un ensemble de solutions de l'équation de Jacobi. L'identité des équations d'ondes et de Jacobi suggère de transformer le problème. Au lieu des mouvements ponctuels, on considérera une fonction d'ondes qui, par un principe analogue au principe des interférences, donnera à chaque instant la probabilité des positions du point M, c'est-à-dire la probabilité des états. Cette transformation est correcte en vertu de l'identité des équations fondamentales. C'est en cela que consiste l'hyperquantification.

Des difficultés surgissent pour parvenir à définir des probabilités de présence dans l'espace (Ψ), qui est un espace de Hilbert, et à généraliser la notion de norme. Nous pensons être parvenu à les surmonter dans l'étude de notre problème en considérant d'abord les coordonnées des points M éventuels exprimés en fonction de n paramètres à partir desquels la densité de probabilité initiale $p_0(M)$ est exprimée. Ce cas revient à supposer M initialement sur une multiplicité à n dimensions. Il est facile alors de définir une fonction χ solution de l'équation d'ondes telle qu'à l'instant initial $\chi_0\chi_0^*$ soit égal à la fonction $p(M)$. En particulier, on peut prendre comme paramètres les n premières coordonnées initiales de M qu'on peut supposer réelles et positives, l'expérience n'en déterminant que les modules. Faisant alors croître n indéfiniment par passage à la limite, on définira la norme et les probabilités de présence en fonction des $\aleph_0$ coordonnées initiales.

Cette nouvelle méthode que nous venons d'ébaucher ici nous semble devoir être utile pour l'étude de tous les problèmes où la fonction d'ondes initiale n'est connue qu'avec une certaine probabilité, par suite d'une mesure, soit incomplète, soit imprécise.

---

[1] J.-L. DESTOUCHES, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 1374, et **196**, 1933, p. 529.

MÉCANIQUE DES FLUIDES EXPÉRIMENTALE. — *Les mouvements hydrodynamiques dans un tunnel plat : mesure des vitesses, périodicités.* Note [1], de M. **Alexandre Favre**, présentée par M. Henri Villat.

Nous utilisons la cuve hydrodynamique, système de M. Toussaint, installée à Marseille par M. Valensi [2]. Pour mesurer les vitesses, en mouvement stationnaire, sur les spectres (photographiés au 10^{-6} sec) nous faisons vibrer la rampe distributrice des filets colorés, avec une fréquence de 100 p/sec. Marey a employé cette méthode avec des filets de fumée dans l'air, pour des paramètres de Reynolds $R \sim 300$. Nous avons pu obtenir des spectres ainsi perturbés périodiquement pour $R \sim 135000$ (cylindre). La longueur d'onde, en mouvement stationnaire, est proportionnelle à la vitesse du filet coloré en un point de cette longueur; un calcul facile permet de le montrer, d'ailleurs le spectre stroboscopé en synchronisme a l'apparence de l'immobilité [3].

Nous avons cherché à déterminer dans quelle mesure la vitesse du fluide coloré représente celle du fluide ambiant. Il semble que s'il existe une vitesse relative V_r des filets colorés par rapport au fluide ambiant, elle doit dépendre essentiellement de la vitesse relative initiale V_{r_0} (normalement de l'ordre de 10 cm/sec); nous avons fait varier ce paramètre de 8 à 37 cm/sec, et les spectres ne décèlent aucune variation systématique des longueurs d'ondes. Nous croyons donc pouvoir admettre que, dans l'intervalle utilisé, les filets colorés sont entraînés à une vitesse très voisine de celle du fluide ambiant, la vitesse relative étant, par l'effet de la viscosité, rapidement négligeable par rapport à la vitesse du courant [4]. Nous avons ainsi déterminé la répartition des vitesses, horizontalement, dans le canal sans obstacle (*fig.* 2) [5].

D'autre part, nous avons observé que l'amplitude des périodicités croît

---

[1] Séance du 19 juin 1933.

[2] *Comptes rendus* 195, 1932, p. 244.

[3] Avec des photographies prises à intervalles de temps connus on peut, en mouvement non stationnaire, déterminer les trajectoires et les vitesses grâce aux périodicités.

[4] Cependant au voisinage de la rampe les variations de V_{r_0} ont une influence sur les longueurs d'ondes, d'où un déphasage des périodicités.

[5] La perturbation visible dans la région $x = 30$, $z = 2$ est due à la zone tourbillonnaire voisine de la paroi latérale du canal $z = 0$.

avec le diamètre des orifices de la rampe, avec le débit des filets, et diminue

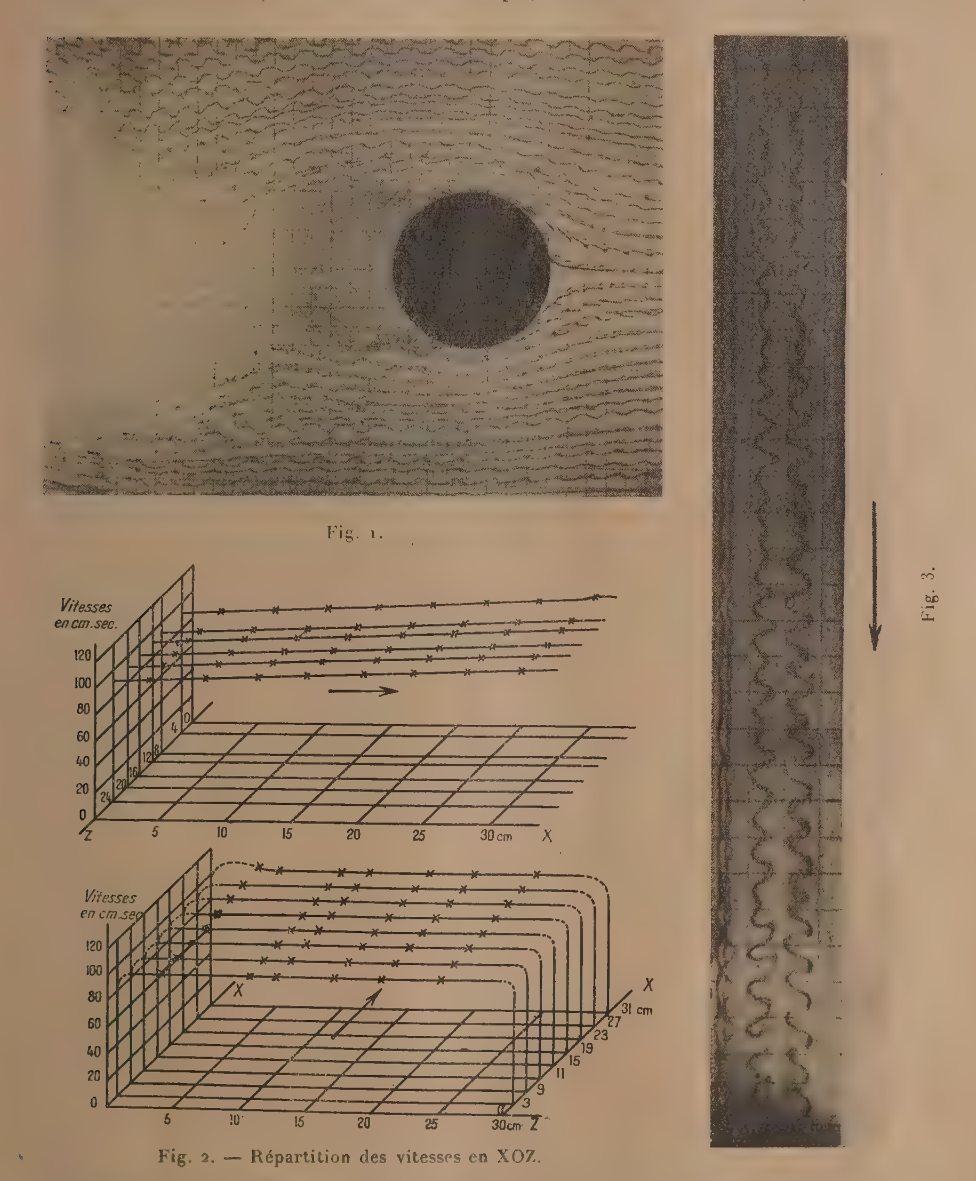


Fig. 1.

Fig. 2. — Répartition des vitesses en XOZ.

Fig. 3.

lorsque la vitesse générale du courant augmente. On peut en donner une explication approchée : négligeons l'amplitude de vibration de la rampe

(quelques dixièmes de millimètre), et admettons que la résistance est proportionnelle à la vitesse, un calcul simple montre que l'élongation est de la forme

$$z = \frac{a}{K}\cos\omega t_0\left[1 - e^{-K(t-t_0)}\right], \qquad \text{où } K = \frac{AS}{m} = \frac{B}{D} \quad (^1).$$

Si l'on admet que pour des petites variations de la dimension D, B est constant, on voit que les filets les plus minces sont les moins perturbés; z croît avec D, donc avec le diamètre de l'orifice et avec V_{r_0} car la vitesse dans le canal ne varie pas. On voit aussi que, pour un x donné, l'amplitude est d'autant plus grande que la vitesse du courant est plus faible. Les périodicités sont lisibles pour des vitesses assez grandes parce que la rampe est disposée en une région où la vitesse est de l'ordre du tiers de la vitesse dans le canal [2].

Indépendamment des périodicités artificielles, nous avons observé, à certains régimes, des périodicités spontanées des filets; nous donnons en exemple les filets qui nous ont paru les plus caractéristiques (*fig.* 3).

AÉRODYNAMIQUE. — *Échauffement de corps cylindriques en déplacement rapide dans l'air. Mesure du coefficient d'échange thermique entre ces corps et l'air.* Note de M. **Edmond Brun**.

Les mesures sur l'échauffement de corps cylindriques en déplacement rapide dans l'air viennent d'être reprises avec un dispositif analogue à celui déjà utilisé [3] mais comportant les améliorations suivantes :

1° Dans l'ancien dispositif, au contact en cuivre bague-balai assurant la connexion entre les thermocouples et le galvanomètre, se développait, au cours de la rotation, une résistance électrique de plus en plus grande. Ce fait, peu gênant dans une mesure par compensation, rendait difficile l'emploi d'une méthode de déviation, seule utilisable pour l'étude de la période d'établissement. Par l'utilisation d'un contact tournant à mercure, on évite, non seulement, la création de f. é. m. parasites, mais encore la

(1) S, surface; m, masse; D, dimension de la particule de fluide coloré.

(2) La perturbation due à la vitesse latérale paraît négligeable, car, en faisant varier V_{r_0}, donc cette vitesse, nous ne percevons aucune variation de longueur d'onde. La vitesse de chute des filets est de ~ 1 mm/sec.

(3) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 594.

production de résistances supplémentaires (vérifications nombreuses au cours des mesures).

2° Les cylindres de laiton, dont on étudie l'échauffement, doivent être maintenus hors de la couche limite du disque en rotation et de façon que les génératrices restent toujours perpendiculaires à la vitesse. Le système rigide de fixation, réalisant les deux conditions précédentes, a été étudié en vue de réduire le plus possible la surface de contact du métal avec l'isolant solide (ébonite).

3° Pour pouvoir raisonner comme dans le cas d'un cylindre indéfini et éliminer l'influence perturbatrice de l'extrémité libre, chaque cylindre de laiton est prolongé par un cylindre de garde de même diamètre, 15 fois plus long, isolé thermiquement et électriquement.

4° L'utilisation d'un appareil comportant 6 cylindres périphériques et 7 cylindres centraux (soit 6 thermocouples) pouvait faire craindre des interactions soit thermiques, soit aérodynamiques. L'appareil démonté, puis remonté avec 3 cylindres périphériques et 4 cylindres centraux (soit 3 thermocouples), donne, pour l'échauffement d'un cylindre, le même résultat que précédemment.

5° La réalisation de meilleures conditions aérodynamiques conduit à un appareil assez lourd et plutôt fragile; dans ces conditions, la vitesse du cylindre périphérique ne peut dépasser 70 m/sec.

Avec ce nouveau dispositif, la loi de l'échauffement, proportionnel au carré de la vitesse, a été vérifiée avec une précision de 2 pour 100 environ. D'ailleurs, comme le montrent les variations irrégulières qui se produisent au cours d'une même mesure, le phénomène ne paraît pas défini à une précision supérieure.

Pour les cylindres utilisés (diamètre : $2^{cm},4$) et l'intervalle de vitesse étudié (35 à 70 m/sec) les résultats numériques sont complètement représentés par la formule

$$\theta = (3,12 \pm 0,06)\,10^{-4}\,v^2$$

où θ est l'échauffement en degrés centésimaux et v la vitesse en mètres par seconde. Les résultats obtenus dans le cas d'une paroi plane se déplaçant dans son plan sont, comme il fallait s'y attendre, nettement supérieurs (*loc. cit.*).

Il n'est pas possible d'utiliser les résultats obtenus avec les cylindres de 3^{mm} de diamètre (*loc. cit.*) pour rechercher l'influence sur l'échauffement du diamètre du cylindre, les conditions aérodynamiques, dans l'ancien dispositif, étant tout à fait différentes et, d'ailleurs, moins bien définies.

Les cylindres de laiton avaient une masse suffisante pour permettre l'étude du régime d'établissement et, par suite, la mesure du coefficient d'échange thermique entre le cylindre en mouvement et l'air. Le principe de la mesure a été déjà exposé ([1]).

Les points expérimentaux représentant le coefficient d'échange en fonction de la vitesse se placent aux environs d'une courbe, avec des écarts atteignant jusqu'à 7 pour 100 de la valeur moyenne. Le régime d'établissement, dans le cas des cylindres, est donc assez mal défini; toutefois, les résultats se groupent mieux, quand la vitesse devient plus grande et le procédé devient intéressant aux grandes vitesses, précisément dans des conditions où les résultats expérimentaux font défaut.

Quand la vitesse varie de 40 à 70^{m} par seconde, la valeur du coefficient d'échange, en watts par centimètre carré, varie de 0,025 à 0,04 et si, conformément à l'usage, on exprime le coefficient d'échange h, en fonction de la vitesse v, par une formule monome de la forme

$$h = av^n,$$

l'exposant n qui convient est voisin de 0,8.

Les mesures directes effectuées à faible vitesse (jusqu'à 20 m/s) par divers expérimentateurs (Hughes, Gibson) conduisent par extrapolation à des résultats plus faibles; mais, même pour des nombres de Reynolds comparables, il se peut, à cause de la complexité de la loi de variation, que l'extrapolation ne soit pas justifiée. En outre, les diverses mesures directes accusant déjà des divergences importantes dans les résultats (12 pour 100 par exemple), il ne faut pas s'étonner que la méthode dynamique précédente, essentiellement distincte des méthodes employées jusqu'ici, puisse conduire à des valeurs nettement plus élevées (30 pour 100 d'écart avec les résultats extrapolés de Gibson).

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur un effet attribuable à la turbulence.* Note de M. A. Lafay, présentée par M. Ch. Fabry.

J'ai montré en 1910 ([2]) que les irrégularités des courants obtenus avec les souffleries peuvent avoir une influence notable sur les résultats obtenus

---

([1]) *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 302.
([2]) *Comptes rendus*, **151**, 1910, p. 144.

avec ces appareils, et j'ai indiqué que l'on trouvait dans ces irrégularités l'explication des divergences entre les caractéristiques attribuées, à cette époque, à des modèles d'ailes identiques, dans divers laboratoires d'aérodynamique.

Je me propose de faire connaître dans cette Note un effet curieux qui est certainement dû à une légère modification dans la turbulence du vent que je puis obtenir avec la soufflerie dont je dispose.

Cette soufflerie, qui appartient au type classique d'Eiffel, est organisée de manière que le vent, utilisé dans la chambre d'expérience, puisse être produit, soit en utilisant la circulation continue d'une même masse d'air, soit en puisant directement dans l'atmosphère de l'air *neuf* qui est rejeté au dehors après avoir servi.

Ce second mode opératoire, qui ne doit être évidemment utilisé que par temps très calme, donne un vent dont l'agitation interne, étudiée par un procédé acoustique, ne paraît pas différer notablement de celle que l'on observe en employant de l'air en circuit fermé. Il est certain que dans ce dernier cas, le vent doit transporter des tourbillons qui prennent naissance autour des pales du ventilateur et contre les angles que l'air contourne pour revenir de l'orifice du diffuseur à l'entrée du collecteur. Ces irrégularités supplémentaires ne modifient toutefois que très légèrement les impressions sonores obtenues avec les deux espèces de vent qui, pour cette comparaison, sont naturellement réglés de manière à donner la même pression au tube de Pitot.

Leur différence de nature peut cependant être mise en lumière par le phénomène suivant :

On sait que, pour certains modèles d'aile, à profil épais, le régime aérodynamique change brusquement lorsque, partant de l'incidence zéro, on atteint des incidences positives ou négatives suffisantes. Le tracé de leur polaire donne alors de part et d'autre de ces incidences critiques, des arcs de courbe qui ne peuvent pas être raccordés et sont manifestements différents.

Or, quand on emploie de l'air en circuit fermé, le saut d'un arc de courbe à l'autre se produit pour une même valeur de l'incidence quel que soit le sens dans lequel on fait varier cette dernière grandeur.

Avec de l'air neuf au contraire, les arcs obtenus, en opérant par incidences croissantes puis décroissantes, empiètent l'un sur l'autre. En caractérisant les incidences positives ou négatives par leurs valeurs absolues, on peut résumer les observations en disant que : le passage de l'arc des

faibles incidences aux arcs des fortes incidences s'effectue, à très peu près, aux mêmes points, que l'air soit neuf ou en circuit. Pour le passage inverse et *seulement avec de l'air neuf*, le régime des fortes incidences se maintient au delà de la limite précédente et se trouve pendant quelque temps dans une sorte d'état de faux équilibre.

Lorsque l'inclinaison d'une aile part de zéro et augmente suffisamment, les filets, que dessine l'écoulement régulier de l'air, se décollent à un certain moment de sa face dorsale. Quand on revient ensuite vers l'incidence zéro, ces filets restent décollés plus longtemps dans un vent obtenu avec de l'air neuf. Les irrégularités supplémentaires, transportées par l'air en circuit fermé, facilitent donc le recollement dorsal des filets et cet effet rappelle celui que certaines impuretés produisent en déterminant la solidification d'un corps à l'état de surfusion.

J'ai observé, pour la première fois, la curieuse différence que je viens de signaler, en étudiant la polaire de l'aile SC_{100} dans le but d'étendre certains résultats relatifs à l'effet Katzmayr exposés dans une précédente Note [1]; mais l'appareil de pesée que j'employais alors exigeait des tâtonnements laborieux pour déterminer les incidences critiques. Je l'ai depuis amélioré et adapté au tracé continu des polaires. Grâce à ce perfectionnement, tandis qu'un aide fait croître ou décroître l'incidence uniformément, l'observateur n'a plus qu'à suivre le spot qui décrit la polaire et à noter les singularités de cette courbe.

GÉODÉSIE. — *Sur l'emploi du gravimètre à grande distance des stations de référence; application à l'établissement de bases de gravité en Indochine.* Note de MM. **P. Lejay** et **G. Costes**, présentée par M. Perrier.

L'emploi du gravimètre [2] suppose un certain nombre de déterminations préalables faites dans des stations de référence. On y étudie la variation de la période en fonction de la température et en fonction du temps; on détermine la loi de variation de la période en fonction de g, soit en mesurant dans une seule station les périodes du pendule, tête en haut et tête en bas, soit en utilisant les valeurs connues de g en deux stations différentes. Dans

(1) *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 358.
(2) *Comptes rendus*, **193**, 1931, p. 1399; **196**, 1933, p. 44 et 532.

les deux cas, on en déduit la valeur des coefficients g_0 et K de la formule théorique

$$g = g_0 - \frac{K}{T^2}.$$

On peut se demander jusqu'à quel point ces coefficients seront applicables en des stations où la valeur de la gravité est très différente de celle des stations de base.

Théoriquement, il est facile de voir comment les deux corrections seront affectées par les variations de la gravité. On les mesure dans la station de référence en secondes à ajouter à la période observée pour ramener celle-ci à la température et la date voulue.

Or, de la formule élémentaire

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{C - G}},$$

on tire aisément

$$dT = \frac{1}{2} T^3 \frac{dC}{4\pi^2 I},$$

ce qui montre qu'à une variation dC du couple élastique correspondra une variation de la période proportionnelle au cube de la période. En conséquence, les variations de période mesurées en une station devront, pour être appliquées en une autre station, être multipliées par le cube du rapport des périodes. Ce facteur peut cesser d'être négligeable, avec le pendule 42, à 200 milligals de la station de base.

Nous avons vérifié cette théorie pour les corrections de température. Alors qu'à La Barbère (Orne), $T = 6,3335$, M. Holweck avait trouvé, pour 1° de variation de température, des variations de période de $0^s,00325$ à 20°, et $0^s,00270$ à 12°, à Zi-Ka-Wei, $T = 5,6425$, nous trouvons $0^s,00233$ à 20° et $0^s,00195$ à 12°.

Or, au même lieu, en partant des données de La Barbère, la formule précédente nous aurait donné 0,00230 et 0,00200. L'accord est donc satisfaisant et montre que la formule est applicable : il suffit d'avoir déterminé les corrections en une station pour pouvoir en déduire les corrections en tout point du globe.

Faute de vérification expérimentale de la théorie précédente, celle-ci n'avait pas été appliquée dans le calcul des coefficients k et g_0 de la formule ci-dessus, dans notre Note antérieure ([1]). Quelques nombres doivent donc

([1]) *Loc. cit.*

en être légèrement retouchés, sans que pour autant les conclusions en soient modifiées. Les nouveaux coefficients $k = 228,95$, $g = 986,624$ nous donnent les résultats suivants, en adoptant pour Zi-Ka-Wei et Hong-Kong comme valeurs antérieures celles de M. Shinjo, les plus récentes, et en prenant pour Singapore la moyenne des valeurs de M. Shinjo et de M. Vening Meinesz, qui diffèrent entre elles de 2 milligals :

Observ.	Lieu.	T_o.	T_c.	g.	g_1.	Diff.
				g	g	
H.	Uccle	6,4729	6,4585	981,133	981,131	2mg
H.	Paris-Breteuil	6,3695	6,3471	980,941	980,941	0
H.-L.	Paris	6,3620	6,3477	980,942	980,942	0
L.	Bâle	6,2589	6,2496	980,762	980,765	—3
L.	Besançon	6,2536	6,2444	980,752	980,751	1
L.	Lausanne	6,1687	6,1598	980,590	980,589	1
L.	Florence	6,1231	6,1143	980,500	980,501	—1
L.	Rome	6,0572	6,0487	980,366	980,368	—2
L.	Colombo	5,2043	5,1996	(978,155)	978,145	(10)
L.	Singapore	5,1828	5,1780	978,085	978,085	0
L.	Hong-Kong	5,4040	5,3988	978,769	978,771	—2
L.	Zi-Ka-Wei	5,6494	5,6436	979,436	979,436	0

On voit que d'une part la formule s'applique très bien sur une distance en latitude égale à près des deux tiers de l'équateur au pôle, et que d'autre part les valeurs antérieures sur lesquelles nous nous sommes appuyées sont bien en accord.

Sur ces données, nous avons fait un certain nombre de nouvelles déterminations. Nous ne donnerons ici que les valeurs de g pour les seules stations d'Indochine, espacées en moyenne de 75km, le long de la côte, et destinées à servir ultérieurement de bases secondaires pour l'établissement d'un réseau complet.

Les valeurs trouvées semblent indiquer qu'il n'y a pas le long de la côte indochinoise d'anomalies considérables; ces dernières semblent décroître régulièrement du sud au nord jusqu'au centre de l'Annam. La grande anomalie trouvée à Dalat mérite cependant d'être retenue.

Lieu.	Lat.	Long. Gr.	Alt.	δ.	Obs.	Date.	T_c.	g.	g''_0.	γ_0.	$g''_0 - \gamma_0$.	n.	ε_p.
	° ′	° ′	m					g	g	g	mg		
Saïgon	10.46,9	106.41,5	12	2,3	L	10 mars	5,2218	978,227	978,230	978,210	20	20	c,[illegible]
Dalat	11.56,0	108.25,7	1498	2,6	L	11 »	5,1261	977,911	978,373	978,250	123	32	0,[illegible]
Nha Trang	12.16,0	109.15,5	4	2,3	L	12 »	5,2340	978,267	978,268	978,262	6	29	0,[illegible]
Qui-Nhon	13.46,2	109.13,8	6,5	2,3	L	13 »	5,2507	978,320	978,322	978,322	0	26	0,[illegible]
Tourane	16. 4,4	108.13,3	5	2,3	L-C	14 »	5,2793	978,409	978,410	978,425	–15	25	0,[illegible]
Hué	16.28,2	107.35,0	6,2	2,5	L-C	15 »	5,2925	978,450	978,452	978,445	7	18	0,[illegible]
Vinh	18.40,0	105.39,9	4,4	2,3	L-C	17 »	5,3287	978,561	978,562	978,559	3	27	0,[illegible]
Hanoï	21. 1,4	105.51,3	11	2,3	L-C	18 »	5,3698	978,684	978,687	978,694	– 7	24	0,[illegible]
Phu-Lien	20.48,5	106.37,7	113	2,5	L-C	19 »	5,3656	978,661	978,695	978,680	15	24	0,[illegible]

GÉODÉSIE. — *Mesures de gravité faites au moyen de l'appareil Holweck-Lejay*, n° 2. Note de M. R. **Goudey**, présentée par M. Perrier.

Au cours de l'année 1932, j'ai effectué en Franche-Comté, au moyen de l'appareil Holweck-Lejay n° 2, une série de mesures de g.

Les procédés d'observation et de calcul sont restés les mêmes que ceux qui ont été précédemment décrits aux *Comptes rendus* (¹).

La formule linéaire de calcul de g, dont le coefficient a été déterminé en prenant comme stations de référence

Besançon............... $g = 980,752$
Genève................. $g = 980,582$,

est

$$g = 980,752 - 159,0\,\Delta R.$$

Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Stations.	Latitudes.	Altitudes.	ΔR.	Δg.	$g_{obs.}$ O.	$g_{calc.}$ C.	O — C.
	° ′	m					
Saint-Claude....	46.23,3	457	+0,000858	—0,136	980,616	980,653	—37
Morez..........	46.31,2	703	+ 1037	— 165	587	615	—28
Lons-le-Saunier..	46.40,3	261	+ 248	— 039	713	716	+ 3
Champagnole....	46.44,8	545	+ 641	— 102	650	668	—18
Arbois.........	46.54,2	286	+ 311	— 049	703	732	—29
Pontarlier......	46.54,1	837	+ 937	— 149	603	625	—22
Salins..........	46.56,3	350	+ 309	— 049	703	723	—20
Montbenoît......	46.59,6	787	+ 835	— 133	619	642	—23
Mouthier........	47. 2,5	425	+ 372	— 059	693	718	—25
Morteau.........	47. 3,4	774	+ 779	— 124	628	651	—23
Arc-sous-Cicon..	47. 4,3	838	+ 777	— 124	628	639	—11
Dôle...........	47. 5,7	222	— 29	+ 005	757	761	— 4
Consolation.....	47. 9,3	500	+ 404	— 064	688	714	—26
Le Russey.......	47. 9,8	872	+ 815	— 130	622	641	—19
Vercel..........	47.11,1	664	+ 549	— 087	665	684	—19
Marnay.........	47.17,6	216	— 164	+ 026	778	780	— 2
Baume-les-Dames.	47.21,1	292	— 10	+ 002	754	772	—18
Gray...........	47.26,7	195	— 208	+ 033	785	799	—14
Montbozon......	47.28,0	262	— 16	+ 003	755	788	—33
Delle..........	47.30,5	368	— 10	+ 002	754	771	—17
Montbéliard.....	47.30,6	319	— 60	+ 010	762	781	—19
Vesoul.........	47.37,5	232	— 209	+ 033	785	807	—22
Belfort.........	47.38,0	366	— 135	+ 021	773	782	— 9
Lure...........	47.41,5	297	— 201	+ 032	784	801	—17
Luxeuil-les-Bains.	47.49,2	304	— 229	+ 036	788	811	—23
Jussey.........	47.49,5	269	— 313	+ 050	802	818	—16
St-Loup-sur-Sem.	47.53,2	247	—0,000312	+0,050	980,802	980,829	—27

(¹) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1116; **194**, 1932, p. 1932.

Les valeurs de g calculé ont été obtenues au moyen de la formule de Helmert (1901), avec application des corrections de Faye et de Bouguer, sans tenir compte de la correction topographique; la correction de Bouguer a été calculée avec la densité moyenne 2,7.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application de l'analyse dimensionnelle à l'étude de l'écoulement turbulent.* Note de M. **Robert Esnault-Pelterie**, présentée par M. Jean Rey.

Ayant eu besoin de déterminer le débit de liquides s'écoulant à travers des orifices calibrés sous une chute de pression déterminée, j'ai guidé mes expériences de mesure au moyen de l'analyse dimensionnelle et ai abouti aux résultats suivants :

Considérant un phénomène pour lequel on a une relation

$$\mathcal{F}(P_1, P_2, \ldots, P_p) = 0, \tag{1}$$

qui dépend de p paramètres P mesurables au moyen de n unités fondamentales ($n < p$), le théorème de Vaschy-Buckingham permet de l'écrire

$$F(\Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_{p-n}) = 0, \tag{2}$$

où les Π sont $p - n$ produits indépendants constitués de la manière suivante : n des p paramètres P ayant été arbitrairement choisis, chaque produit contient un seul des $p - n$ paramètres restants, et un ou plusieurs des n paramètres choisis; les puissances auxquelles tous ces paramètres figurent dans les produits sont telles que ces derniers n'ont pas de dimensions.

Choisissant comme caractéristique du phénomène l'un des paramètres P qui fait partie des $p - n$ paramètres « non choisis », je mets à part le facteur Π qui est seul à le contenir, en écrivant

$$\Pi = f(\varpi_1, \varpi_2, \ldots, \varpi_{p-n-1}) \tag{3}$$

(le changement de notation a simplement pour but de distinguer le Π choisi).

Définition. — Je dis que

$$\Pi = k = \text{const.} \tag{4}$$

est une loi limite du phénomène, si la loi réelle f tend vers k quand un ou plusieurs des ϖ (ou leurs inverses), ϖ_g, ϖ_h, ϖ_j, par exemple, tendent vers zéro.

La fonction f étant analytique et holomorphe, on peut mettre (3) sous la forme

$$\Pi = k \pm \varpi_g^x \varpi_h^y \varpi_j^z . \Phi(\varpi_1, \varpi_2, \ldots, \varpi_{p-n-1}), \tag{5}$$

Φ étant également une fonction analytique holomorphe.

Le paramètre caractéristique étant le débit-masse ($D_m = MT^{-1}$) et les autres : la section de l'orifice ($\sigma = L^2$), la chute de pression à travers cet orifice ($\Delta p = L^{-1}MT^{-2}$), la masse spécifique du liquide ($\rho = L^{-3}M$), sa viscosité ($\mu = L^{-1}MT^{-1}$), la longueur de la partie cylindrique de l'orifice ($l = L$), enfin, un coefficient de forme ($q = L^{-1}$), quotient de la périphérie de l'orifice par sa section, on aboutit à la forme

$$\frac{D_m}{A\sqrt{\Delta p \rho}} = F\left[\frac{\mu}{\sqrt{\sigma \Delta p \rho}}, q\sqrt{\sigma}, \frac{1}{\sqrt{\sigma}}\right] = F(\varpi_1, \varpi_2, \varpi_3). \tag{6}$$

On voit immédiatement que, pour $\mu = 0$, $q = 0$ ou $l = 0$, on devra avoir la loi d'écoulement connue du liquide parfait

$$D_m = \sigma\sqrt{2\Delta p \rho}, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad A = \sqrt{2} \quad \text{et} \quad F = 1; \tag{7}$$

les variables de (6) peuvent donc s'unir sous la forme d'un produit de puissances des ϖ, au moins lorsque les paramètres μ, q ou l demeurent suffisamment petits.

Mes expériences furent effectuées avec de l'eau qui pouvait être chauffée afin de faire varier la viscosité; les pressions utilisées variaient elles-mêmes d'environ 1^{atm} à quelques 5^{atm}, les diamètres des orifices de $1^{mm},2$ à 2^{mm}, leur longueur de 4^{mm} à 40^{mm}; tous les paramètres pouvaient être mesurés à $1/500^e$ près.

En dehors du régime de Poiseuille dont je ne m'occupais pas, deux régimes inconnus se sont révélés.

Régime I :

$$F = 1 - A_1\left(\varpi_1^{\frac{1}{2}} \varpi_2 \varpi_3^{\frac{1}{2}}\right), \tag{8}$$

A_1 étant un nombre indépendant de la rugosité des parois;

Régime II :

$$F = 1 - A_2(\varpi_2 \varpi_3)^x, \tag{9}$$

A_2 dépendant de la rugosité de la paroi, suivant une loi que je ne puis exposer ici, et x étant voisin de 0,65.

Ce régime nouveau, que j'appellerai isozémique, *présente la particularité très curieuse d'être indépendant de la viscosité*, bien que ce soit évidemment cette dernière qui provoque la perte de débit par rapport à un liquide parfait de même densité.

Si l'on ajoute à ces deux lois celle de Poiseuille, pour laquelle

$$F = \varpi_1^{\frac{1}{2}} \varpi_2^{-1} \varpi_3^{-\frac{1}{2}}, \tag{10}$$

on voit que, *pour ces trois régimes*, Φ *de* (5) *se réduit à une constante, même quand la loi naturelle s'écarte beaucoup de la loi limite*. Comme une triple coïncidence de cette sorte est fort improbable, il y aura lieu de vérifier si cette condition se reproduit dans d'autre cas; cela augmenterait considérablement le secours que nous offre l'analyse dimensionnelle dans les cas où nos moyens analytiques proprement dits sont en défaut.

Quand, en effet, les variables possibles s'agglomèrent ainsi en une seule, on peut déterminer les exposants qui y affectent chacune d'elles par l'étude expérimentale des différentes dérivées partielles de F par rapport aux $p-n-1$ paramètres « non choisis » en traçant, d'après l'expérience, les courbes

$$\log F = x \log P_m + \text{const.}; \tag{11}$$

ces courbes doivent, pour différentes séries de valeurs déterminées des autres P, constituer un faisceau de droites parallèles, et c'est l'expérience elle-même qui indique l'existence et la constitution de la variable composée.

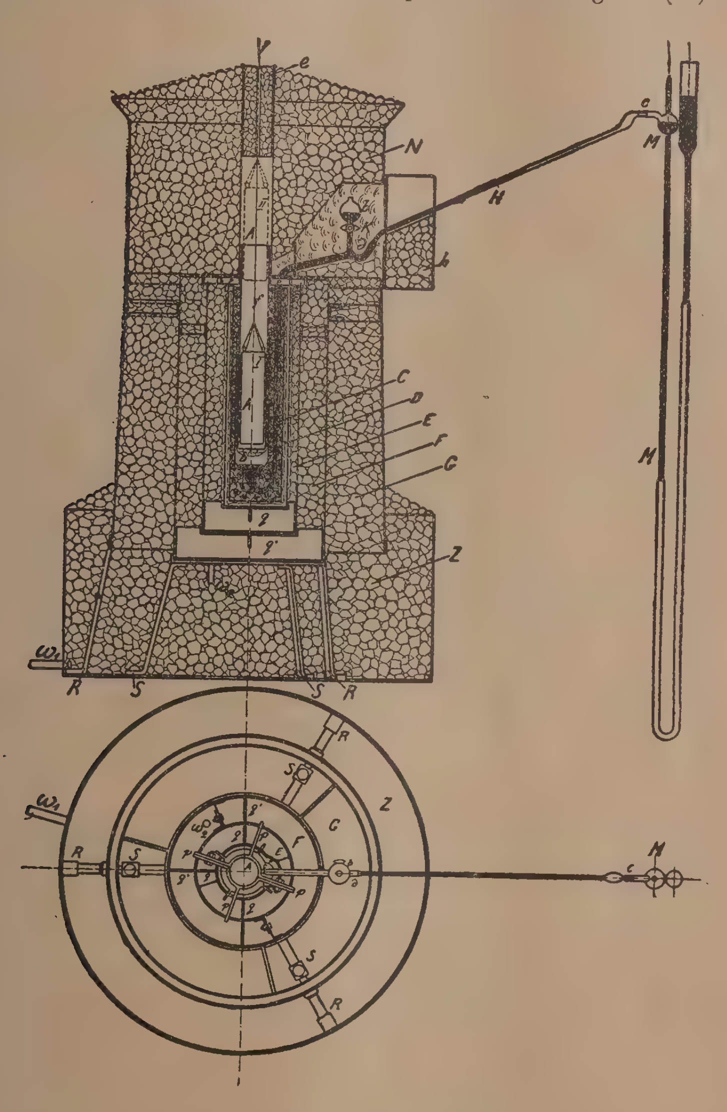
CHALEUR. — *Sur un calorimètre à glace pour la mesure de très petits effets thermiques*. Note[1] de MM. **W. Swietoslawski**, **A. Zmaczynski**, **I. Zlotowski**, **J. Usakiewicz** et **J. Salcewicz**, présentée par M. C. Matignon.

Nous avons essayé d'adapter le calorimètre à glace à la mesure de très faibles effets thermiques produits par des phénomènes continus. Dans ce but nous avons étudié avec grand soin les défauts des calorimètres à glace employés jusqu'à présent. Après une longue série d'expériences préliminaires nous avons constaté que la construction du calorimètre à glace doit être modifiée de la manière suivante (voir la figure) :

---

(1) Séance du 12 juin 1933.

1° le calorimètre contenant par exemple 500^{cm^3} d'espace utile (A) doit être en acier; 2° le volume de l'espace rempli d'eau et de glace (B) doit être



aussi petit que possible, de manière que l'épaisseur de la couche intérieure de glace et d'eau ne dépasse pas quelques millimètres (7^{mm} dans un de nos appareils; 3° la quantité de glace formée dans cet espace (B) doit être au

moins égale à 0,3 ou 0,4 de la masse totale de l'eau. Dans un de nos appareils l'épaisseur de cette couche est de 2 à 3^{mm}; 4° le tube capillaire du calorimètre doit être relié à un manomètre différentiel à mercure M, ce qui permet d'établir la pression voulue variant entre $0^{atm},3$ de sous-pression et $1^{atm},5$ de surpression. Ce dispositif sert à régler à volonté la marche du calorimètre : marche positive, formation de la glace; marche négative, fusion de celle-ci; 5° le vase (C) qui contient le calorimètre doit être rempli d'un mélange d'eau distillée et de glace; 6° les variations de température dans les vases qui renferment le calorimètre (C, D, E) ne doivent pas dépasser $0°,001$ à $0°,002$ pendant toute la période du fonctionnement du calorimètre (plusieurs semaines); 7° le tube capillaire H doit être incliné comme l'indique la figure.

Nous avons examiné le fonctionnement de l'appareil en y plaçant une masse cylindrique de plomb de 5000^g (ou 1000^g d'aluminium) que nous chauffions continuellement par un courant électrique circulant dans un fil de constantan qui traversait la longueur entière du cylindre. Comme il s'agissait d'adapter les conditions de l'expérience à la mesure de phénomènes continus, le courant électrique ne cessait de circuler pendant tout le temps de l'exécution de l'expérience. Ainsi on commençait par établir la marche du calorimètre v, le bloc métallique A étant placé dans le calorimètre (position I indiquée dans la figure), ensuite on soulevait lentement le bloc en le plaçant dans la partie située au-dessus du calorimètre (position II), montrée en pointillé. La marche du calorimètre vide v_0 étant connue, on détermine la chaleur dégagée par le courant en appliquant l'équation

$$\Delta Q = (v - v_0) \cdot q,$$

où q est le facteur qui exprime en calories la diminution du volume de l'eau fondue. La précision de notre dispositif atteint $\pm 0^{cal},03$, dégagées par la substance examinée par heure. Comme la charge de notre calorimètre peut atteindre 1000 à 1900^g, il est possible de déceler un effet de 3.10^{-5} à 1.10^{-5} cal par gramme et par heure.

La manipulation avec le calorimètre, adapté aux mesures de petites quantités de chaleur, est assez difficile. Quoique nous ayons fait pendant une période de dix mois de nombreuses mesures, nous avons été obligés d'étudier les conditions du fonctionnement de l'appareil après chaque nouveau remplissage du calorimètre avec de l'eau. On a pu vérifier ce bon fonctionnement d'après la constance de la marche du calorimètre pendant les trois périodes calorimétriques : initiale, principale et finale.

La majorité de nos mesures a été exécutée en établissant une marche positive, formation de la glace du calorimètre, aussi bien pendant la marche initiale et la marche finale que pendant la période principale.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge en haute fréquence.* Note de Mlle **M. Chenot**, présentée par M. A. Cotton.

Dans de précédentes Notes [1], nous avons décrit des phénomènes de propagation des mouvements électroniques dans un tube contenant un gaz à faible pression, traversé par une décharge de très haute fréquence. Nous avons montré qu'il s'établissait un système d'ondes stationnaires le long du tube, rendu visible par une série de fuseaux lumineux séparés par des espaces plus sombres.

Dans la vapeur de mercure provenant de la jauge, la luminosité de ces fuseaux décroît du centre vers les bords qui ne sont pas nettement définis. Il nous est cependant arrivé, lorsque le tube n'avait pas encore servi, d'observer dans chaque internœud un fuseau lumineux très nettement limité et entouré sur sa surface par une couche mince plus sombre à la fois que ce fuseau et que les régions du tube qui l'entourent.

Wood [2] a signalé l'existence, lors de la décharge à très haute fréquence dans les gaz très raréfiés, de taches lumineuses à contours nets, auxquelles il a donné le nom de plasmoïdes dérivé de la théorie de Langmuir [3] sur les plasmas électroniques. Il observe plus facilement ces plasmoïdes dans l'oxygène. Leurs formes sont variées et souvent très irrégulières.

Nous avons repris des observations d'ondes stationnaires le long d'une décharge à la fréquence correspondant à quelques mètres de longueur d'onde, dans des tubes vidés par une pompe à diffusion, puis remplis d'oxygène à des pressions de quelques millièmes de millimètre. L'oxygène était obtenu en chauffant du permanganate de potassium dans une petite ampoule en relation avec la canalisation de la pompe. Un piège à air liquide arrêtait la vapeur de mercure. Nous avons alors obtenu de façon

(1) M. Chenot, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 38 et 673; C. Gutton et M. Chenot, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 589.

(2) R. W. Wood, *Phys. Rev.*, 35, 1930, p. 673.

(3) L. Tonks et I. Langmuir, *Phys. Rev.*, 33, 1929, p. 195.

constante les taches lumineuses qui, dans d'autres gaz, ne se produisaient qu'accidentellement. De couleur jaune verdâtre, elles avaient des contours nets bordés d'une ligne sombre et présentaient les apparences décrites par Wood.

Mais si l'on a soin de choisir la fréquence, l'intensité de la décharge ou la longueur du tube pour laquelle un système stationnaire s'établit le long du tube, les taches lumineuses ont une forme ovoïde très régulière et apparaissent au centre de tous les internœuds, rendant ces derniers très nettement visibles. La théorie que nous avons donnée des phénomènes de propagation étudiés par nous montre que les régions où s'observent les taches lumineuses sont celles où l'amplitude et la vitesse des mouvements électroniques sont les plus grandes. L'existence de bords nets prouve que les phénomènes d'ionisation qui déterminent la formation de ces taches nécessitent une vitesse des électrons supérieure à une valeur bien définie.

Le tube était excité en approchant l'une de ses extrémités d'un oscillateur à lampes triodes, les oscillations électroniques se réfléchissaient à l'autre extrémité. L'intensité de l'ionisation dans les divers internœuds est d'autant plus grande que ceux-ci sont plus voisins de l'oscillateur; comme nous l'avons déjà indiqué, la vitesse de propagation est d'autant plus grande que l'ionisation est plus intense; il en résulte que les divers internœuds et les taches lumineuses qui se forment autour de leur centre ont des longueurs qui décroissent un peu lorsqu'on s'écarte de l'extrémité excitée.

Les plasmoïdes apparaissent également dans l'air, où ils ont moins d'éclat que dans l'oxygène, mais nous ne les avons jamais observés dans l'hydrogène.

Lorsqu'on approche un aimant du tube, les taches lumineuses sont déformées, ainsi que l'avait déjà constaté Wood; certaines disparaissent, d'autres peuvent se former. On peut alors observer la fluorescence rouge du tube, au contact de l'oxygène ou de l'air, surtout si le tube a été chauffé. Cette fluorescence apparaît lorsque la pression du gaz est de quelques millièmes de millimètre et l'excitation assez faible. Peu intense en l'absence de champ magnétique, elle s'étend sur une grande partie du tube; si l'on approche un aimant, elle se concentre dans la région vers laquelle la décharge est déviée et devient beaucoup plus brillante. Si le tube est excité plus fortement ou si la pression s'élève, elle disparaît. On ne la voit pas dans l'hydrogène et elle réapparaît difficilement lorsqu'on remet de l'oxygène dans le tube.

La comparaison des expériences précédentes avec les essais réalisés par excitation de la décharge dans d'autres conditions montre que l'établisse-

ment d'un système d'ondes stationnaires a l'avantage de créer dans le tube une répartition régulière d'électrons animés de vitesses différentes, ce qui limite nettement des régions de vitesses convenables pour la formation des plasmoïdes ; en outre, la présence de ces plasmoïdes au centre des internœuds prouve que les régions favorables sont celles où les électrons atteignent les vitesses les plus grandes.

MAGNÉTISME. — *Obtention d'une température extrêmement basse par démagnétisation adiabatique d'un sel d'une terre rare.* Note (¹) de MM. **W. J. de Haas**, **E. C. Wiersma** et **H. A. Kramers**, présentée par M. A. Cotton.

MM. Debye (1926) et Giauque (1927) ont indiqué une méthode de réfrigération qui pourrait donner des températures plus basses que celles qui ont été obtenues jusqu'ici.

Nous avons suspendu d'un côté d'une balance disposée pour la mesure de la susceptibilité magnétique un petit tube entouré lui-même d'une enveloppe où l'on a fait le vide, le tout plongé dans de l'hélium liquide à une température de 1°,26 K. Le tube intérieur contenait du CeF^3 et était placé dans un champ magnétique de 30 kilogauss. Le refroidissement de la substance jusqu'à 1°,26 K. a demandé environ 4 heures.

Nous avons alors réduit brusquement l'intensité du champ jusqu'à 2,5 kilogauss, et nous avons ensuite mesuré le moment magnétique en fonction du temps. En extrapolant les valeurs de la susceptibilité mesurées dans la région normale de l'hélium liquide (4° à 1°,3 K.), nous avons calculé que la température était lors de la première mesure au-dessous de 0°,27 K. De nouvelles mesures donnent comme estimation une valeur inférieure à 0°,18 K.

Les valeurs des plus basses températures obtenues en réduisant la pression de saturation de l'hélium liquide étaient 0°,82 K. (Kamerlingh Onnes) et plus tard 0°,71 K. (M. Keesom).

Remarques à propos de la Communication précédente,
par M. **A. Cotton**

Le succès des belles expériences de M. de Haas et de ses collaborateurs ne marque pas seulement un progrès nouveau dans cette obtention des

(¹) Séance du 29 mai 1933.

températures de plus en plus basses à laquelle le laboratoire Kamerlingh Onnes ne cesse de consacrer ses efforts. Il apporte une preuve expérimentale de l'existence de ces changements de température, accompagnant l'aimantation ou la désaimantation des corps paramagnétiques, que M. Langevin avait prévus en 1905 par sa théorie du paramagnétisme. En présentant à l'Académie la Note de MM. de Haas, Wiersma et Kramers, je tiens à rappeler l'article paru aux *Annales de Chimie et Physique* (8e série, 5, 1905, p. 70-126), où M. Langevin montrait comment cette théorie faisait prévoir très simplement cet effet thermique et sa variation avec la température absolue.

Observations de M. **A. d'Arsonval** *au sujet de la Communication précédente.*

A propos du travail si remarquable que vient de signaler M. A. Cotton, je crois intéressant d'observer qu'il y a longtemps déjà, j'ai signalé un autre moyen de pousser vers le zéro absolu. Ce moyen consisterait à utiliser l'effet Peltier. D'habitude, l'effet Peltier est masqué par l'effet Joule, mais ce dernier s'atténuant à basse température du fait de l'abaissement de la résistance spécifique des métaux, l'effet Peltier doit y devenir prédominant.

Dans ma Notice sur l'air liquide, publiée dans les *Annales de Chimie et de Physique* d'août 1902, je signale ce moyen.

L'effet Peltier persiste encore à la température de l'air liquide, j'ignore s'il en est de même dans l'hélium solidifié.

Postérieurement, en décembre 1929, M. Horace Turrettini a repris cette idée et publié des expériences très intéressantes à la Société française des Électriciens. Il a obtenu ainsi des abaissements de température de 18°.

Je renvoie pour les détails à sa Communication et aux commentaires de M. Béthenod qui signale mon travail de 1902. M. Turrettini n'a pas encore opéré, que je sache, à ces très basses températures, mais il est probable que la nature des corps constituant le couple doit jouer un grand rôle dans ce cas.

MAGNÉTISME. — *Aimantation du fer par la superposition d'un champ alternatif à un champ magnétique constant.* Note de M. **St. Procopiu**, présentée par M. A. Cotton.

Lorsque, à un champ magnétique constant (H_0), on superpose un champ alternatif, et qu'on fait croître son amplitude à partir de zéro jusqu'à une valeur h, l'aimantation initiale $\mathcal{J}_0$ du fer soumis aux champs croît avec le

champ alternatif, passe par un maximum $\mathfrak{J}_m$, obtenu pour une amplitude égale au champ coercitif de la substance ($h = \mathrm{Hc}$), pour descendre ensuite et tendre rapidement vers zéro [1]. Si alors on fait décroître l'amplitude du champ alternatif, l'aimantation croît de nouveau et repasse par les mêmes valeurs jusqu'au maximum qu'elle dépasse légèrement, puis conserve cette dernière valeur lorsque le champ alternatif continue de diminuer jusqu'à zéro. Les phénomènes sont analogues en champ oscillant de haute fréquence, sauf que le maximum de l'aimantation est plus étalé et moins élevé : cela est dû à ce que le champ de haute fréquence pénètre plus difficilement à l'intérieur de la substance (skin-effect).

Je me suis proposé d'établir une relation donnant l'intensité d'aimantation $\mathfrak{J}$ du fer, en fonction de l'amplitude h du champ alternatif, et de l'aimantation maxima $\mathfrak{J}_m$, qui représente l'aimantation normale (Maurain) ou idéale (Steinhaus et Gumlich) du fer pour un champ constant H_0.

Admettons que la variation d'aimantation $d\mathfrak{J}$ est proportionnelle à la variation dh de l'amplitude du champ alternatif, à l'aimantation $\mathfrak{J}$ et à la différence entre l'amplitude h et le champ coercitif H_c, pour la valeur duquel l'aimantation devient maxima. On a

$$d\mathfrak{J} = -\mathrm{K}\mathfrak{J}.(h - \mathrm{H}_c)\,dh, \tag{1}$$

où K est une constante de proportionnalité. En tenant compte de ce que, pour $h = \mathrm{H}_c$ on a $\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_m$, les limites d'intégration (1) seront $\mathfrak{J}_m$ et $\mathfrak{J}$ pour $d\mathfrak{J}$, et H_c et h pour dh. L'intégration nons donnera

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_m e^{-\frac{\mathrm{K}}{2}(h-\mathrm{H}_c)^2}. \tag{2}$$

Il faut déterminer la constante de proportionnalité K. Si l'on multiplie les deux membres de la relation (2) par dh et qu'on intègre de zéro à l'infini, on constate que l'intégrale du premier membre représente l'énergie magnétique moyenne en champ alternatif, et comme dans le second membre l'un des facteurs est $\mathfrak{J}_m$, l'autre facteur qui donne l'énergie magnétique moyenne ne peut être que H_0, la valeur moyenne du champ lorsque, au champ constant, on superpose le champ alternatif.

On obtient ainsi

$$\int_0^\infty e^{-\frac{\mathrm{K}}{2}(h-\mathrm{H}_c)^2}\,dh = \mathrm{H}_0$$

---

[1] *Journ. de Phys.*, 7e série, 1, 1930, p. 365.

dont l'intégration donne

(3) $$\frac{K}{2} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{1}{H_0^2}.$$

Avec cette valeur (3) de K, l'aimantation du fer en champ alternatif devient

(4) $$\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_m e^{-\frac{\pi}{4}\left(\frac{h-H_c}{H_0}\right)^2}.$$

Cette relation peut être soumise au contrôle expérimental. Par exemple lorsque $h = 0$, $\mathfrak{J}$ devient l'aimantation initiale $\mathfrak{J}_0$, donnée par

(5) $$\mathfrak{J}_0 = \mathfrak{J}_m e^{-\frac{\pi}{4}\frac{H_c^2}{H_0^2}}.$$

On peut déterminer expérimentalement les valeurs $\mathfrak{J}_0$ et $\mathfrak{J}_m$ au magnétomètre, et l'on peut calculer d'après (5) le rapport $\mathfrak{J}_m/\mathfrak{J}_0$, en connaissant H_c et H_0.

Exemples. — Fer (fil $0^{mm},15$ diam.); $H_c = 9$ gauss :

$H_0 = 9$ gauss, $\mathfrak{J}_0 = 75^{mm}$, $\mathfrak{J}_m = 210^{mm}$, $\frac{\mathfrak{J}_m}{\mathfrak{J}_0} = 2,8$. Calc. $\frac{\mathfrak{J}_m}{\mathfrak{J}_0} = 2,3$.

Fer (fil $0^{mm},25$ diam.); $H_c = 2,8$ gauss :

$H_0 =$ 1,4 gauss.	$\mathfrak{J}_0 = 2^{mm},5$,	$\mathfrak{J}_m = 37^{mm}$,	$\frac{\mathfrak{J}_m}{\mathfrak{J}_0} = 15$.	Calc. $\frac{\mathfrak{J}_m}{\mathfrak{J}_0} = 22$.
2,8 »	20	52	2,6.	2,2
5,6 »	50	66	1,32.	1,22
14 »	80	84	1,05.	1,03

Acier (fil $1^{mm},3$ diam.); $H_c = 20$ gauss :

$H_0 = 9$ gauss, $\mathfrak{J}_0 = 10$; $\mathfrak{J}_m = 360$; $\frac{\mathfrak{J}_m}{\mathfrak{J}_0} = 36$ (calc. 45).

L'accord est convenable entre les valeurs expérimentales et celles déduites des relations (5) ou (4), au moins quand les champs magnétiques H_0 ne sont pas trop petits par rapport au champ coercitif de la substance.

Observons que dans la relation (5), $\mathfrak{J}_0$ et $\mathfrak{J}_m$ sont les aimantations, lues respectivement sur la courbe initiale et sur la courbe idéale d'aimantation. Faisons les substitutions $\mathfrak{J}_m = \varkappa' H_0$ et $\mathfrak{J}_0 = \varkappa H_0$ où $\varkappa'$ et $\varkappa$ sont les susceptibilités magnétiques déduites de la courbe idéale et de la courbe initiale; mettons également $H_0 = H$; (5) nous donne

(6) $$\varkappa' = \varkappa e^{\frac{\pi}{4}\left(\frac{H_c}{H_0}\right)^2},$$

qui représente la courbe idéale d'aimantation lorsque l'on connaît la courbe initiale.

En résumé, on a obtenu une relation (4) donnant l'aimantation du fer en fonction du champ alternatif superposé à un champ magnétique constant, et une relation (6) donnant la susceptibilité magnétique de la courbe idéale d'aimantation.

SPECTROSCOPIE. — *Comparaison entre les spectres bleu et violet de la molécule d'hydrogène.* Note [1] de MM. **D. Chalonge** et **E. Vassy**, présentée par M. Ch. Fabry.

Le dispositif utilisé pour provoquer l'émission de ces spectres, très analogue à celui de Freeman [2], est représenté sur la figure 1. Les électrons sont émis par le filament de platine F recouvert d'oxydes alcalino-terreux [3], porté au rouge sombre par un courant électrique. L'air liquide

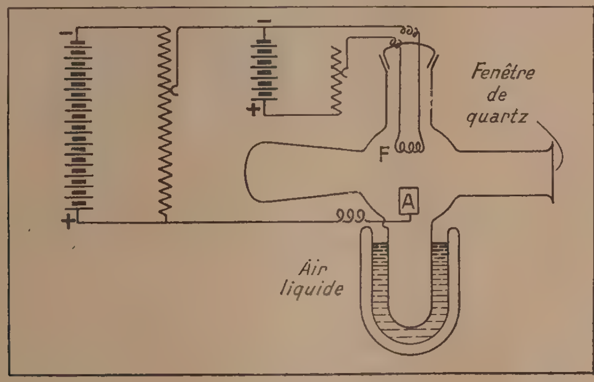


Fig. 1.

a pour but de condenser les impuretés carbonées provenant du revêtement du filament, lesquelles donnent lieu à des bandes très nombreuses lorsque celui-ci n'est pas suffisamment formé. L'anode A est un cylindre de nickel

(1) Séance du 19 juin 1933.

(2) Freeman, *Astr. Journ.*, **64**, 1926, p. 122.

(3) Pour le préparer, on recouvre le filament de carbonates alcalino-terreux en suspension dans une solution de collodion dans des solvants organiques, puis on le chauffe au rouge sombre dans le vide, pour dissocier les carbonates.

à axe vertical dont le bord supérieur se trouve à 25mm environ de F. Le dispositif potentiométrique figuré permet de faire varier la tension anodique. Au moyen d'un osmorégulateur en platine, on introduit dans l'appareil, préalablement vidé, de l'hydrogène sous une pression de 0mm,15 de mercure environ.

Pour une valeur de la tension anodique voisine de 80 volts et un chauffage

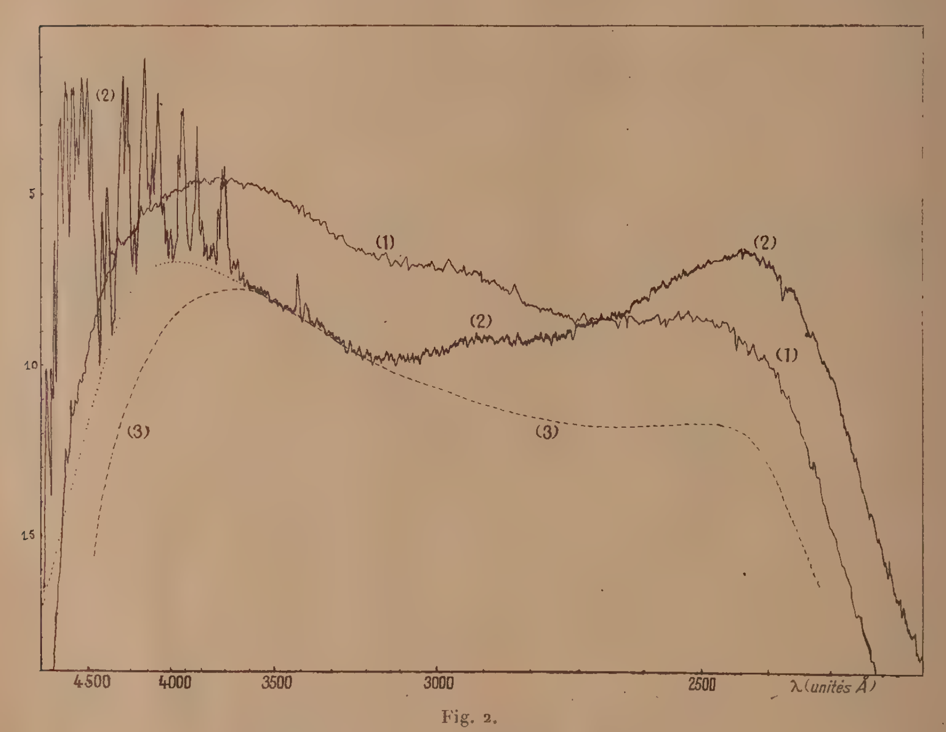


Fig. 2.

L'origine des ordonnées correspond à une opacité infinie.
Courbe (1), spectre bleu; courbe (2), spectre violet.

convenable du filament F, le gaz entourant F s'illumine en bleu dans un assez grand volume. Une augmentation de tension de l'ordre de 2 volts suffit pour faire virer au violet la couleur de cette partie de la décharge. Une pose de l'ordre de 30 minutes dans le premier cas, de 15 minutes dans le second permet d'obtenir un bon spectre de la décharge sur plaque Ilford soft-gradation au moyen d'un petit spectrographe Hilger à optique de quartz. Le spectre de la lueur bleue, est, ainsi qu'il a été signalé à plusieurs reprises, absolument continu et dépourvu de toute raie moléculaire ou ato-

mique de l'hydrogène (¹). Dans le spectre de la lueur violette sont présentes, superposées au spectre continu précédent, les raies du spectre secondaire avec une forte intensité et, assez faibles, les premières raies de Balmer.

Sur la figure 2 sont reproduits les enregistrements, au microphotomètre, de ces deux spectres photographiés sur la même plaque. La courbe ponctuée représente le spectre continu de la décharge violette dans la région des raies. On voit que l'énergie est distribuée de façon très différente dans ces deux spectres continus. Nous avons tracé en (3), à partir des courbes de noircissement de la plaque, la courbe que donnerait le spectre bleu si l'on affaiblissait toutes ses radiations dans un même rapport. La comparaison des courbes (2) et (3) montre clairement des différences de répartition énergétique existant entre les spectres continus des lueurs bleue et violette et confirme les observations déjà faites par l'un de nous et la théorie proposée pour les expliquer [2]. Le spectre bleu serait dû à la transition S_0 entre le niveau de vibration nulle de l'état $2s\,^3\Sigma$ et l'état instable $1s\,^3\Sigma$. Mais, il existerait, en outre, d'autres spectres continus S_1, S_2, ... correspondant aux transitions entre les états de vibration 1, 2, ... de $2s\,^3\Sigma$ et l'état $1s\,^3\Sigma$. Les deux écarts entre les courbes (2) et (3) qui correspondent, l'un à la région de longueur d'onde inférieure à 3400 Å, l'autre à la région de longueur d'onde supérieure, s'expliqueraient respectivement par la superposition au spectre S_0 des spectres S_1 et S_2.

DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — *Sur deux nouvelles bandes Raman de l'eau.* Note de M. **Michel Magat**, présentée par M. J. Perrin.

En étudiant le spectre infrarouge de l'eau liquide, Ellis [3] a trouvé les bandes 5750 et 5590 qu'il a attribuées à une combinaison de bandes déjà connues avec une fréquence hypothétique de 510 cm⁻¹ :

$$5750 = 3580 + 1640 + 510\,; \qquad 5590 = 3450 + 1640 + 510.$$

Cependant des recherches récentes [4] ont montré que la fréquence 3580

(¹) Il doit cependant contenir les raies moléculaires de la région de Schumann Dans la région spectrale étudiée il ne contient que la première raie des séries principales du strontium et du baryum, raies d'impuretés provenant des oxydes du filament.

(²) Chalonge, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 1551.

(³) J. Ellis, *Phys. Rev.*, **38**, 1931, p. 582.

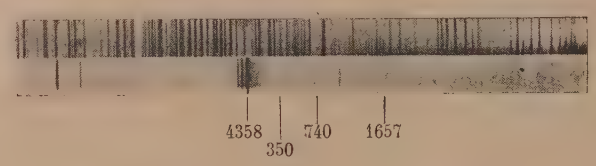
(⁴) Hulubei, *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1475.

n'existe pas. Suhrmann et Breyer [1] ont retrouvé 5590 dans l'eau et dans certaines solutions, surtout de sels de Mg. Pour d'autres sels, elle disparaît aux grandes concentrations.

Ces deux auteurs ont admis que la fréquence 500 cm^{-1} est due aux oscillations des molécules d'eau dans des associations complexes.

Tandis que dans l'infrarouge cette fréquence est en somme hypothétique, et n'intervient que comme composante de combinaisons, Silveira et Bauer [2] observèrent directement une bande comprise entre 350 et 785 cm^{-1} dans le spectre Raman des solutions de sels de Mg.

Nous avons perfectionné la méthode utilisée par Silveira [3] en interposant sur le trajet de la lumière excitatrice un filtre constitué par une solution de bleu Victoria B à $0^g,700$ par litre d'alcool. Ce filtre absorbe complètement



Spectre Raman d'une solution de $Ca(NO^3)^2$ et LiCl.

le fond continu de la lampe à mercure et une grande partie de l'ultraviolet. Malheureusement il affaiblit aussi la raie excitatrice, ce qui conduit à des poses très longues.

Nous avons pu observer la bande de Silveira et Bauer dans l'eau pure ainsi que dans un mélange de $Ca(NO^3)^2$ et de LiCl, la raie excitatrice étant, comme d'habitude, la raie 4358 Å du mercure. Dans l'eau pure, nous l'avons retrouvée en excitant par 2537 Å.

Voici le résultat de nos mesures :

Eau pure	4358 Å	396 — 796 cm^{-1}	fente très large
	2537 Å	465 — 766 cm^{-1}	
$Ca(NO^3)^2$ + LiCl	4358 Å	350 — 740 cm^{-1}	
$MgCl^2$ (Silveira et Bauer)		350 — 785 cm^{-1}	

Il semble qu'il existe un faible résidu de cette bande dans des solutions de $Ca(NO^3)^2$. Comme elle s'observe dans l'eau pure, il paraît impossible

(1) Suhrmann et Breyer, *Z. f. phys. Chemie*, **20**, 1933, p. 17.
(2) Silveira et Bauer, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 416.
(3) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1336.

de l'attribuer à la formation d'hydrates d'ions comme l'avaient proposé Silveira et Bauer, puis Suhrmann.

Il reste deux explications possibles :

Ou bien il s'agirait d'une fréquence de vibration d'une molécule complexe $(H^2O)^x$, mais dans ce cas le rapport de l'énergie du premier niveau de vibration (1700^{cal}) à l'énergie de dissociation donnée par la chaleur de vaporisation (10000^{cal} environ) paraît un peu faible; ou bien il s'agirait d'une fréquence interne de la molécule de l'eau, qui ne pourrait être alors que la fréquence interdite ν_δ. Nous aurions donc dans la molécule d'eau les trois fréquences

$$\nu_\sigma = 3500, \qquad \nu_\pi = 1595, \qquad \nu_\delta = 600,$$

ce qui n'est pas incompatible avec ce que nous savons des radicaux $-CH^2$ et $-NH^2$.

Il serait alors possible de donner des différentes bandes de la molécule d'eau une interprétation nouvelle, qui rend au moins aussi bien compte des faits que celle qui a été proposée par Mecke [1].

		Mecke.			Interprétation nouvelle.		
	ν.	ν_σ.	ν_π.	ν_δ.	ν_σ.	ν_π.	ν_δ.
ν_0	600	—	—	—	0	0	1
ν_1	1595	0	0	1	0	1	0
ν_2	3152	0	0	2	0	2	0
ν_3	3500	—	—	—	1	0	0
ν_4	3756	1	0	0	0	2	1
ν_5	5332	1	0	1	1	0	3
ν_6	7253	1	1	0	1	2	1
ν_7	8807	1	1	1	2	0	3

Dans ce tableau le symbole 2 0 3, par exemple, signifie que la fréquence ν_7 est une combinaison d'addition du second harmonique de ν_σ et du troisième de ν_δ.

Nos clichés nous ont montré dans l'eau pure et dans des solutions une dernière bande Raman, qui avait échappé aux recherches précédentes et qui se trouve tout près du spectre de rotation de Cabannes et Daure. Elle est comprise entre 152 et 225 cm^{-1}. Nous l'avons trouvée dans l'ultraviolet aussi bien que dans le visible. Elle devient très étroite dans les chlorures, très large et floue dans les nitrates. Elle correspond à une énergie de vibration de 600^{cal} par molécule, ce qui permet de la considérer comme une fréquence d'association moléculaire.

---

(1) Mecke, *Z. f. Physik*, 81, 1933, p. 313.

OPTIQUE. — *Sur la comparaison de la bande de transparence de l'argent métallique et de celle de l'argent colloïdal.* Note de M. **Paul Maréchal**, présentée par M. Ch. Fabry.

On connait depuis longtemps la bande de transparence que présente l'argent métallique en couche mince, dans la région de l'ultraviolet voisine de 3200, bande qui correspond à un minimum de pouvoir réflecteur.

Les solutions d'argent colloïdal employées en thérapeutique, formées de grains distincts, possèdent aussi une forte diminution d'opacité pour la même région. Il était intéressant de comparer ces deux formes sous lesquelles le métal peut exister et de voir comment elles se comportent quantitativement en ce qui concerne leur transparence. Il fallait donc obtenir des valeurs numériques caractérisant les bandes de transparence. On y est parvenu en utilisant une méthode de photométrie photographique.

On a opéré d'une part sur deux lames d'argent déposé sur quartz par projection cathodique. Leurs épaisseurs, déterminées par la méthode de Fizeau (couleurs des lames minces après transformation en iodure) étaient respectivement de 48 et $84^{m\mu}$. On a utilisé, d'autre part, des solutions d'argent colloïdal, sous des dilutions variées, contenues dans des cuves fermées par des lames de quartz. Les unes provenaient d'une solution mère, fournie à l'état liquide, sous le nom d'électrargol, les autres provenaient d'argent colloïdal en masse solide noire, fourni comme argent colloïdal (Poulenc).

La source de lumière était un tube à hydrogène sous pression de 3^{mm} de Chalonge et Lambrey, alimenté par courant alternatif, sous 2000 volts et 75 milliampères. Ce tube fournit un spectre continu, auquel on peut superposer le spectre d'un arc au mercure, afin d'avoir des raies de repère. La lumière est dispersée par un spectrographe à optique de quartz. On fait des poses de même durée, les unes avec interposition d'une solution ou d'une lame d'argent, les autres, avec des réducteurs d'intensité. Ces réducteurs étaient des lames de quartz recouvertes de dépôts de platine de diverses épaisseurs, et dont on avait antérieurement mesuré la transparence, très constante pour chacune d'elles dans toute l'étendue du spectre. Après développement des plaques photographiques, on mesure les noircissements des diverses poses pour chaque longueur d'onde et l'on en déduit l'absorption causée par la cuve ou la lame d'argent. On tient compte des pertes par réflexion.

Afin de pouvoir comparer entre eux les résultats obtenus dans chaque cas, on les a ramenés à ce que donnerait une lame d'argent d'épaisseur $10^{m\mu}$. Ce calcul est immédiat pour les lames sur quartz. Pour les solutions colloïdes, comme on connaît le titre de la solution introduite dans la cuve et l'épaisseur de celle-ci, on en déduit l'épaisseur de métal traversée par la lumière et l'on ramène l'absorption à la même épaisseur que pour les lames sur quartz.

Le tableau suivant donne, pour diverses longueurs d'onde, la densité optique d'une épaisseur de métal de $10^{m\mu}$, soit en couche métallique, soit en solution colloïdale. Les deux premières colonnes se rapportent à chacune des sortes d'argent colloïdal, la dernière est la moyenne des valeurs très concordantes des deux lames d'argent sur quartz. On constate que les deux sortes d'argent colloïdal ont la même absorption, identique d'ailleurs à celle de l'argent métallique.

	Argent colloïdal.		
λ.	Électrargol.	Poulenc.	Argent métallique.
2600	0,27	0,28	0,28
2685	0,26	0,27	0,28
2735	0,24	0,25	0,25
2778	0,23	0,23	0,24
2835	0,19	0,20	0,22
2905	0,18	0,17	0,19
2990	0,14	0,14	0,16
3072	0,11	0,12	0,12
3110	0,11	0,11	0,11
3162	0,10	0,10	0,10
3210	0,10	0,11	0,10
3275	0,10	0,11	0,11
3365	0,14	0,13	0,13
3453	0,17	0,17	0,17
3535	0,22	0,21	0,20
3630	0,28	0,27	0,26
3730	0,35	0,37	0,35

Il faut donc conclure de cette égalité de pouvoir absorbant des différentes sortes d'argent, que l'absorption, dans le cas des solutions colloïdales, est bien due au passage de la lumière à travers le métal qui constitue les grains, et non, comme on aurait pu le penser, à la présence de grains opaques qui ne laissent entre eux que peu de chemin libre à la lumière.

OPTIQUE. — *Sur deux nouvelles séries de résonance dans la vapeur d'antimoine.* Note de M. R. **Siksna**, présentée par M. Maurice de Broglie.

En excitant la vapeur d'antimoine par un arc au mercure très intense Genard [1] a trouvé quatre séries de résonance de Sb^2. Les raies excitatrices sont λ 2967, 3126, 3022 et 3132 Å. Deux autres séries plus faibles sont excitées par les raies λ 2925.5 et λ 3342 Å. La formule de ces séries de résonance de Sb^2, d'après Genard, est la suivante :

$$\nu = \nu_0 - 277\left(\rho'' + \frac{1}{2}\right) - 0,68\left(\rho'' + \frac{1}{2}\right)^2.$$

En étudiant l'optique de la vapeur de Sb nous avons trouvé deux nouvelles séries de résonance de Sb^2 en excitant la vapeur d'antimoine par la lumière d'une étincelle de Mg fortement condensée. La vapeur de Sb se trouvait dans une ampoule en silice munie de fenêtres plan-parallèles ainsi que d'un appendice latéral permettant de faire varier la pression. Deux fours électriques séparés permettaient de faire varier indépendamment la température et la pression de la vapeur dans le vase d'observation.

Les séries les plus intenses ont été observées pour la température de 950° C. et la pression correspondant à la même température.

Ces séries sont excitées par les raies Mg II λ 2929 et λ 2937 Å. Dans chacune de ces séries, on observe un terme antistokesien et 15 termes positifs.

Les calculs, conduits par la méthode des moindres carrés, ont permis de déterminer les constantes des formules donnant la fréquence des différents termes. Pour la série excitée par λ 2929 Mg II on a la formule

$$\nu = 34543 - 269,5\left(\rho'' + \frac{1}{2}\right) + 0,6\left(\rho'' + \frac{1}{2}\right)^2.$$

Pour la série excitée par λ 2937 Mg II :

$$\nu = 34451 - 269,3\left(\rho'' + \frac{1}{2}\right) + 0,5\left(\rho'' + \frac{1}{2}\right)^2.$$

Le tableau suivant contient les longueurs d'onde des termes des séries, ainsi que les fréquences observées et calculées :

---

[1] Jean Genard, *Nature*, 131, 1933, p. 133.

	Série excitée par la raie λ 2929 Mg II.			Série excitée par la raie λ 2937 Mg II.		
v″.	λ Å.	ν cm⁻¹ observé.	ν cm⁻¹ calculé.	λ Å.	ν cm⁻¹ observé.	ν cm⁻¹ calculé.
0....	2906	34411	34408	2914	34317	34317
1....	2929	34141	34140	2937	34048	34048
2....	2952	34875	34873	2960	33783	33781
3....	2975	33613	33607	2985	33501	33514
4....	2999	33344	33342	3008	33245	33255
5....	3023	33080	33078	3032	32982	32990
6....	3048	32808	32815	3056	32722	32727
7....	3072	32552	32554	3081	32457	32464
8....	3097	32289	32293	3106	32196	32197
9....	3122	32031	32034	3132	31928	31936
10....	3147	31776	31776	3157	31676	31676
11....	3172	31526	31519	3182	31427	31418
12....	3198	31269	31263	3207	31172	31160
13....	3225	31008	31008	3236	30903	30903
14....	-	—				—
15....	3279	30497	30502	3289	30404	30392
16....	3306	30248	30241	3318	30138	30139
17....		—				
18....	3362	29744	29752	3373	29620	29633

Les formules ci-dessus indiquent que les deux nouvelles séries de résonance appartiennent, selon toute probabilité, au même système de niveaux énergétiques de la molécule Sb^2 que celles obtenues par Genard.

A mesure que la pression diminue, l'intensité des séries diminue et, à une pression correspondant à la température de 520° C., on voit apparaître un spectre beaucoup plus riche en raies. Le classement définitif de ces raies n'a pas pu être effectué jusqu'à présent.

RADIATIONS. — *Sur l'émission d'un rayonnement très mou par les isolants électrisés*. Note de M. G. **Reboul**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai indiqué [1] que l'exposition de substances isolantes à l'action d'une cellule semi-conductrice les rend capables d'impressionner la plaque photographique, de provoquer des effets de phosphorescence invisible et d'ioniser les gaz. On peut obtenir des résultats analogues, par simple électrisation de

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1733.

ces substances, leur retour à l'état neutre étant accompagné de l'émission d'un rayonnement très mou.

Les expériences ont été faites avec des substances isolantes usuelles : soufre, résine, paraffine, ébonite. Ces substances sont taillées en lames ou coulées dans des moules métalliques, de manière à former des galettes rectangulaires de quelques millimètres d'épaisseur et d'une dizaine de centimètres de côté; elles sont électrisées par frottement et acquièrent une charge dont on peut facilement suivre la disparition au moyen d'un électromètre.

Cette disparition est accompagnée de l'émission de radiations très absorbables : l'impression qu'elles produisent sur la plaque photographique, les effets de phosphorescence invisible qu'elles provoquent avec certaines substances sont faibles et ne peuvent être mis en évidence qu'après de longues poses. Leur action ionisante, au contraire, est facilement décelable et suffisamment nette pour permettre une étude du phénomène.

Les perturbations à éviter dans cette étude sont dues, soit aux effets d'influence produits par l'introduction d'isolants dans un champ électrique, soit à la lenteur du rétablissement de l'équilibre thermique troublé par le frottement des substances isolantes. On se met à l'abri des premières, en utilisant des écrans en fine toile métallique qui suppriment les perturbations électrostatiques et laissent passer le rayonnement ionisant. Quant aux deuxièmes, il est impossible de les éviter : leur présence ne peut expliquer la grandeur, ni parfois le sens, des résultats obtenus, elle entraîne simplement une correction de ces résultats, correction dont on détermine la valeur par des expériences préalables faites avec les isolants non électrisés.

La conduite des expériences a été faite de trois manières différentes, l'appareil de mesure étant un bon électromètre, les conclusions sont les mêmes dans les trois cas. Les propriétés ionisantes des isolants électrisés persistent parfois pendant des heures et diminuent avec le temps suivant une formule se ramenant à une somme d'exponentielles. Les charges extraites augmentent avec le champ extracteur, mais moins vite que ce dernier sans que l'on puisse toutefois obtenir un courant de saturation; les charges négatives extraites sont en général plus fortes que les positives, cette dissymétrie tenant à ce que les substances étudiées sont en général chargées négativement. L'ionisation disparaît si la distance qui sépare la substance électrisée de la chambre d'ionisation dépasse quelques millimètres.

Pour expliquer les résultats, on peut admettre qu'il se produit à la sur-

face de séparation de l'isolant électrisé et du milieu environnant des décharges électriques accompagnées de l'émission d'un rayonnement très mou; on peut aussi supposer que le retour à l'état neutre des substances diélectriques est lié au rétablissement de l'équilibre électronique des atomes qui les constituent, ce rétablissement étant accompagné, comme le veut la théorie, d'une émission de radiations très absorbables.

RADIATIONS. — *Étude dans un spectrographe à vide du rayonnement des cellules semi-conductrices.* Note de M. G. **Déchêne**, présentée par M. A. Cotton.

MM. Reboul et Bodin ont montré que, lorsqu'un courant électrique traverse une substance semi-conductrice, des discontinuités du potentiel se forment au contact des électrodes; aux tensions élevées (quelques centaines ou quelques milliers de volts), si l'une des électrodes est constituée par une grille, elle est le siège de l'émission d'un rayonnement absorbable. Je me suis proposé d'analyser ce rayonnement.

Méthode utilisée. — La méthode est celle du réseau tangent. Le réseau est en verre; sa largeur utile est 6^{mm}; il porte 100 traits par millimètre. La substance semi-conductrice est comprimée dans un moule d'ébonite. La grille métallique qui appuie sur cette substance est reliée au corps du spectrographe. La tension est amenée à l'autre électrode par un fil métallique qui traverse un tube rempli de paraffine; on évite ainsi les décharges dans l'air raréfié de l'appareil. Le faisceau lumineux, avant de tomber sur le réseau, est limité par deux fentes éloignées de 8^{cm}. Une plaque photographique, placée en général à $47^{cm},6$ du centre du réseau, reçoit une partie du faisceau direct, le faisceau réfléchi et les faisceaux diffractés.

Difficultés rencontrées et précision obtenue. — Après fonctionnement de la cellule, on observe sur la plaque photographique un voile uniforme intense; le rayonnement qui produit ce voile contient une forte proportion de radiations absorbables, car une lame de verre en arrête la majeure partie. On peut expliquer l'origine de ce rayonnement de la façon suivante : Une partie du courant électrique passe de la substance semi-conductrice à la grille à travers un effluve dans une mince couche d'air au contact de la cellule; cette couche d'air présente en effet une luminosité violacée, particulièrement intense pour une pression de quelques centimètres de mercure. L'air qui a été traversé par l'effluve et qui diffuse ensuite dans l'appareil

est photographiquement actif; on peut montrer directement que l'air aspiré au voisinage d'une cellule semi-conductrice en fonctionnement impressionne la plaque photographique ([1]).

Par suite de la présence de ce voile continu, les traces des faisceaux diffractés ne sont visibles que si le rayonnement à étudier est intense. De nombreuses expériences ont montré qu'il fallait réaliser les conditions suivantes :

a. La tension doit être élevée (quelques milliers de volts).

b. La grille métallique ne doit pas être fortement serrée sur la substance.

c. Le vide ne doit pas être très poussé; une pression de l'ordre d'une fraction de millimètre convient bien; dans le vide cathodique, tout effet disparaît pratiquement. Ces dernières conditions semblent prouver que l'origine du rayonnement agissant sur la plaque se trouve en majeure partie dans la couche d'air traversée par l'effluve.

d. Le temps de pose doit être de 10 à 12 heures pour les plaques sensibles utilisées (Lumière Opta); pour des poses plus courtes, l'impression photographique est insuffisante; lorsque la pose est trop longue, la plaque est considérablement voilée.

e. Les fentes qui limitent le faisceau ont été prises assez larges (1^{mm}); dans ces conditions, à chaque radiation correspond sur la plaque, non une raie fine, mais une bande ($0^{mm},5$ environ); la précision des mesures ne dépasse pas quelques angströms.

Résultats : Les substances utilisées ont été l'oxyde jaune de mercure et le carbonate de sodium effleuri. Dans de nombreux cas, on n'a obtenu qu'une bande diffractée A s'étendant de 50 à 170 angströms environ, parfois accompagnée d'une bande étroite B au voisinage de 20 augströms (peut-être $K_\alpha O = 23,8$ Å). Sur quelques clichés, où l'impression est plus intense, la bande A s'élargit; du côté des grandes longueurs d'onde, elle atteint 200 angströms; du côté des faibles longueurs d'onde, elle recouvre et dépasse la bande B; sa limite, imprécise à cause de l'irradiation des faisceaux direct et réfléchi, est inférieure à 10 angströms; en même temps, on voit apparaître une nouvelle bande moins intense dont les limites sont environ 250 et 700 angströms. Il faut remarquer d'ailleurs que la précision de la méthode ne permet pas de distinguer un spectre continu d'un spectre formé de nombreuses radiations monochromatiques voisines.

Les résultats ainsi obtenus concordent avec ceux des mesures de l'absorp-

---

([1]) G. Reboul, *Journal de Physique*, 7, 1933, p. 8.

tion du rayonnement par l'air; ces dernières mesures montrent que le rayonnement est complexe, la partie pénétrante étant située vers 10 Å pour les tensions élevées; en opérant à basse pression, M. Reboul (¹) a mis en évidence dans le rayonnement des cellules la présence de radiations de plusieurs centaines d'angströms.

RADIATIONS. — *Photométrie de la fluorescence d'un jet d'atomes de cadmium : Durée moyenne de vie de l'état* 2^3P_1. Note de M. **Paul Soleillet**, transmise par M. Pierre Weiss.

Quand on excite la fluorescence d'un jet d'atomes de cadmium à l'aide des raies d'arc de ce métal, la région lumineuse du jet est étalée à partir de la région excitée dans la direction de la vitesse des atomes. Un peu avant que je publie des résultats qualitatifs (²) sur le rôle distinct des radiations de résonance de longueur d'onde $\lambda = 3261$ Å et $\lambda = 2288$ Å, Kœnig et Ellett (³) publiaient aux États-Unis des résultats quantitatifs qui leur permettaient, par un artifice ingénieux mais indirect, de retrouver la durée moyenne de vie de l'atome de cadmium à l'état 2^3P_1. Cette dernière quantité a pu en effet se déduire d'études antérieures sur l'influence du champ magnétique sur la polarisation de la lumière émise par résonance dans la vapeur de cadmium (⁴). Il m'a paru néanmoins intéressant de réaliser, comme je me l'étais auparavant proposé, l'étude photométrique de la région fluorescente dans un jet d'atomes excité par la seule radiation 3261 Å, de façon à obtenir d'une manière directe la durée moyenne de vie τ à l'état 2^3P_1.

Il convient d'ailleurs de préciser l'état du champ magnétique et de choisir ce dernier convenablement. Dans les mesures que j'ai faites, un champ magnétique d'une fraction de gauss est dirigé suivant la direction d'excitation, la lumière excitatrice étant non polarisée. Dans ce cas la polarisation de la lumière émise dans une direction donnée ne dépend pas du temps passé entre l'instant d'excitation et celui de l'émission, elle est la même dans toute la région de fluorescence. C'est la condition pour que

(¹) G. Reboul, *Journal de Physique*, 7, 1926, p. 275.
(²) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 793.
(³) Kœnig et Ellett, *Physical Review*, 39, 1932, p. 576.
(⁴) *Comptes rendus*, 187, 1928, p. 212; Ellet, *Physical Review*, 33, 1929, p. 124.

l'intensité I_v de la fluorescence due aux atomes de vitesse voisine de v soit donnée par la formule suivante :

$$I_v = \mathcal{J}_v e^{-\frac{x}{v\tau}} \frac{dx}{v\tau},$$

x étant la distance comptée à partir de la région excitée très étroite, de 1 à 2 dixièmes de millimètre d'épaisseur dans les expériences.

Une mesure photométrique correcte peut être réalisée ainsi. Avant d'atteindre l'objectif de l'appareil photographique, la lumière traverse successivement deux cubes de Wollaston. Le premier posé horizontalement sépare le faisceau en deux, l'un vibrant verticalement et contenant presque toute la lumière, l'autre vibrant horizontalement. Le deuxième cube a été tourné autour de la direction d'observation d'un angle calculé pour décomposer chacun des faisceaux en deux autres d'intensités dans un rapport donné 2 ou e. On mesure au microphotomètre en fonction de x le noircissement de chacune des deux taches correspondant à la vibration verticale. On peut en déduire la distance Δx à parcourir dans le sens du jet pour que l'intensité de la fluorescence décroisse dans le rapport $1/2$ ou $1/e$.

Or la loi de variation d'intensité peut être obtenu théoriquement à partir de la loi de distribution des vitesses de Maxwell.

Posant $v_0 = \sqrt{2kT/m}$ vitesse la plus probable d'un atome de cadmium dans la vapeur à température T, et $y = x/v_0\tau$, on peut calculer la quantité Δy qui correspond à la réduction de l'intensité dans le rapport $1/2$ ou $1/e$.

La moyenne des résultats pour $\Delta x/\Delta y$ est $0^{cm},08$.

Comme $T = 600°K.$, $v_0 = 3,27.10^4$ cm/sec.

On en déduit pour τ la valeur $2,45.10^{-6}$ sec.

Ce nombre est nettement supérieur à 2.10^{-6} obtenu par moi-même à la suite de mesures de dépolarisation. Il se rapproche de celui plus élevé $2,3.10^{-6}$ obtenu par Ellett suivant la même méthode et de celui obtenu par Kœnig et Ellett dans le Mémoire cité plus haut $2,5.10^{-6}$.

Je rappellerai que la méthode de dépolarisation fournit en réalité le rapport $g\tau$, g étant le facteur de Lande, rapport entre la rotation du vibrateur dans le champ magnétique à la rotation classique de Larmor. Théoriquement le niveau excité étant le niveau 2^3P_1, la valeur de g est $3/2$. C'est cette valeur qui est utilisée pour le calcul de τ dans la méthode de dépolarisation. L'accord entre les deux méthodes, aux erreurs d'expérience

près, fournit une confirmation expérimentale de la valeur de g et de la théorie d'Elridge [1] de la dépolarisation sous l'influence du champ magnétique.

RADIOACTIVITÉ. — *Étude de l'absorption des rayons β par une méthode photographique.* Note de Mlle R. **Macaigne**, présentée par M. Jean Perrin.

Le caractère exponentiel de l'absorption des rayons β du radium E par la matière a été étudié par M. Georges Fournier et M. M. Guillot [2] par la méthode de la chambre d'ionisation associée au quartz piézo-électrique.

Nous présentons une méthode nouvelle mettant en jeu comme détecteur de rayonnement une plaque photographique :

1° Un *coin* d'aluminium de $5^{cm} \times 2^{cm}$, avec une pente de $1/10^e$ dans le sens de la longueur, est placé directement sur la surface sensible d'une plaque. La source des rayons β (RaD + E), recouverte de mica mince, est placée à 7^{cm} de la plaque. L'ensemble est rigoureusement protégé de la lumière. Pose, 71 heures. La plaque est développée dans des conditions bien déterminées. On obtient un dégradé traduisant une absorption progressive du rayonnement dans le coin.

2° De ce type négatif A nous tirons, dans des conditions également bien déterminées, et par contact direct, un positif B dans lequel, par conséquent, les parties claires correspondent aux faibles épaisseurs du coin absorbant (intensité maxima du rayonnement atteignant la plaque), ce qui est préférable pour la suite.

3° Nous enregistrons à l'aide d'un microphotomètre (type Chalonge et Lambert) l'opacité dégradée du cliché B. On obtiendrait ainsi directement une courbe d'absorption des rayons β du radium (D + E) dans le coin d'aluminium, telle qu'elle peut être décelée par la plaque photographique :

a. Si les plaques utilisées pour les clichés A et B avaient des courbes de noircissement linéaires;

b. Si le microphotomètre était utilisé dans une région où ses indications sont proportionnelles aux intensités lumineuses transmises par la plaque étudiée.

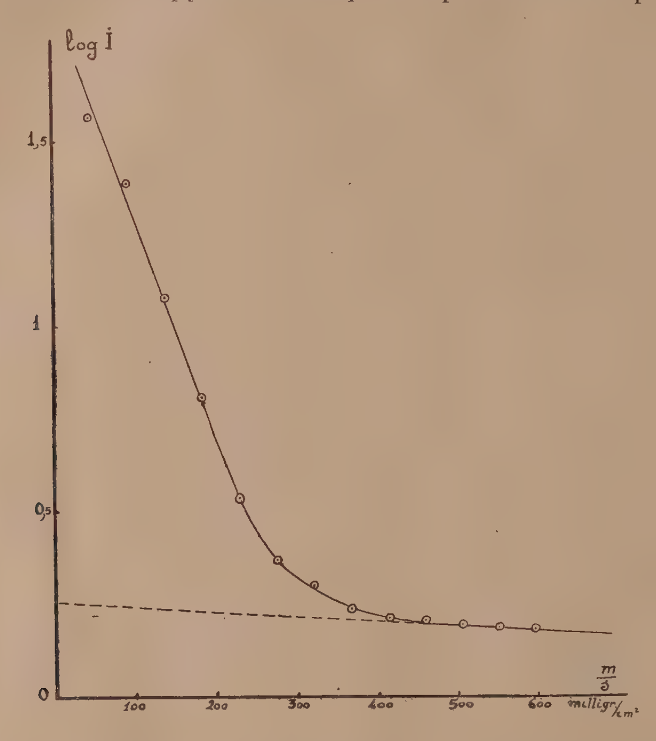
---

[1] Elridge, *Physical Review*, 24, 1924, p. 234.

[2] *Sur l'absorption exponentielle des rayons β du* Ra E (*Collections d'actualités scientifiques*, Hermann, édit., Paris, 1933).

Nous avons pu nous assurer par l'enregistrement d'un coin photométrique spécial Ilford que la condition *b* est remplie.

Les travaux de Ellis et Wooster (¹) d'une part, et de Bothe (²) d'autre part, ont montré que, pour de faibles densités de noircissement de la plaque photographique par les rayons β, on pouvait appliquer la loi de noircissement de Schwarszchild. La partie étudiée du cliché A étant justement la région des faibles densités, nous admettrons que la condition *a* est remplie pour le cliché A avec l'approximation que comporte l'étude expérimentale



de ces clichés. Il n'en est pas de même dans le cas du positif B pour toute l'étendue de la courbe, et, par conséquent, la courbe d'absorption obtenue doit être corrigée en tenant compte de l'écart qui existe entre la courbe expérimentale de noircissement de la plaque et la droite théorique de noircissement linéaire.

(¹) *Proc. Roy. Soc.*, A, **114**, 1927, p. 266.
(²) *Zeit. f. Phys.*, 8, 1922, p. 243.

Nous n'entrerons pas dans le détail de cette correction. Voici le résultat obtenu pour la courbe corrigée et traduite en logarithmes. Cette courbe est tout à fait analogue à celles qui sont obtenues par la méthode d'ionisation. Le relèvement final dû au rayonnement γ de la source semble seulement prendre ici plus d'importance, en partie parce que nous réduisons l'intensité du rayonnement initial dans une plus forte proportion.

Si l'on extrapole linéairement vers l'origine cette partie finale de la courbe d'absorption, et si, en repassant des logarithmes aux nombres, on retranche du rayonnement total l'effet du rayonnement γ, on obtient une droite en repassant aux logarithmes. La pente de cette droite est la même que celle de la droite analogue, représentant l'absorption exponentielle des rayons β du radium E, obtenue par ionisation.

Ce résultat semble indiquer que la plaque photographique et la chambre d'ionisation traduisent d'une manière analogue l'effet *global* du rayonnement étudié. Dans une certaine mesure il confirme aussi la signification physique et la valeur numérique (16,9) du coefficient massique d'absorption dans l'aluminium des rayons β du radium E tel qu'il a été étudié antérieurement par la méthode d'ionisation ([1]).

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Structure des molécules des polyalcools d'après leur dispersion et leur absorption dans le Hertzien. Associations moléculaires.* Note de MM. **Pierre Girard** et **P. Abadie**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans deux Notes précédentes ([2]), nous avons vu que, pour les monoalcools primaires et secondaires, les expressions de Debye relatives à la dispersion et à l'absorption dans le Hertzien étaient en assez bon accord avec l'expérience. Il n'en était plus de même pour les polyalcools. Ce désaccord est, à l'origine des présentes recherches, qui sont relatives au glycoléthylénique, à la glycérine, à la xylite et à la sorbite.

Association. — Les figures 1 et 2 représentent les courbes de dispersion et d'absorption de la glycérine et de la sorbite (liquide). Les courbes en pointillé sont celles calculées à partir des relations de Debye en attribuant au rayon de la molécule supposée sphérique une valeur telle que ces

([1]) Cf. Georges Fournier, *Thèse*, Paris, 1927, et note ([2]), p. 1993.

([2]) *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 119, et 195, 1932, p. 217.

courbes concordent le mieux possible avec les courbes expérimentales. Si nous comparons les deux sortes de courbes (expérimentales et calculées), nous voyons que les ondulations et la pente des courbes de dispersion de la glycérine (à 27° et 40°), l'aplatissement, les ondulations et la pente des courbes d'absorption traduisent la présence dans le milieu de deux sortes de dipôles, les uns simples, les autres associés 2 à 2 et latéralement accolés. Vraisemblablement, au delà de 50°, les courbes expérimentales se confondraient avec les courbes théoriques et l'association s'effacerait. Les

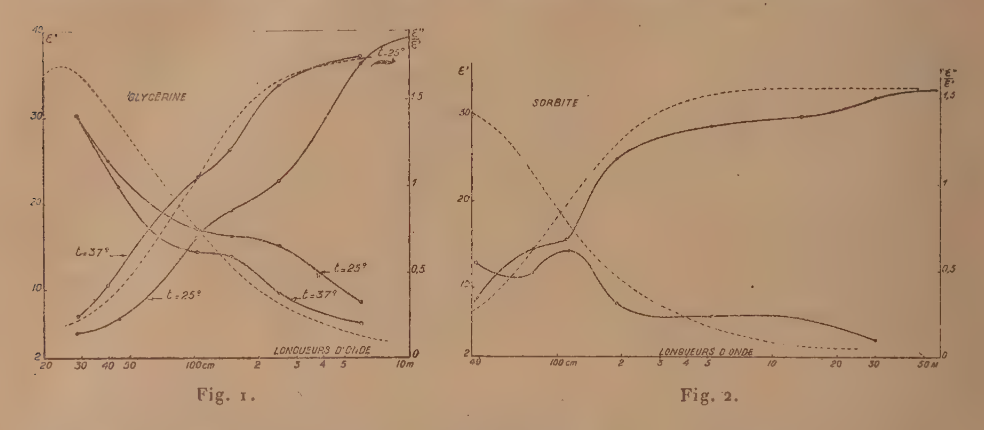


Fig. 1. Fig. 2.

courbes expérimentales de la sorbite fondue à 80° montrent l'existence de dipôles simples, de dipôles associés 2 à 2, 3 à 3 et peut-être 4 à 4. Nous ne pouvons reproduire ici les courbes du glycoléthylénique qui montre à 20° une faible association et de la xylite qui montre à cette température une assez forte association.

Temps de relaxation. — Nos comparaisons ont porté sur les valeurs que l'expérience conduit à attribuer à a dans l'expression du temps de relaxation

$$\tau = \frac{4\pi\eta a^3}{3kT}$$

relative à des molécules sphériques. Leur légitimité résulte de ce que l'expérience nous a montré que cette valeur de a est, pour un corps donné, complètement indépendante de la température et de la viscosité même pour des variations énormes de ces deux facteurs. Bien entendu si les molécules n'étaient pas sphériques il faudrait affecter la viscosité η d'un autre coefficient pour exprimer le frottement. Mais ce coefficient resterait constant pour d'énormes variations de viscosité, en sorte que pour des molécules de

même forme géométrique les valeurs de a resteront toujours proportionnelles au temps de relaxation de la molécule indépendamment de la viscosité et de la température du milieu. C'est ce qui justifie nos comparaisons. Ajoutons que les valeurs de a, calculées en utilisant la première courbe de dispersion ou celle calculée en utilisant une courbe tracée en reliant entre eux des points de courbes de dispersion superposées, coïncident à très peu près. Le tableau suivant montre la loi des variations de a en fonction du nombre de groupements alcools figurant dans la molécule :

Tableau

Alcool méthylique	1,7	$.10^{-8}$ cm
Glycol éthylénique	0,7	»
Glycérine	0,5	»
Xylite	0,35	»
Sorbite	0,26	»

Ainsi le temps de relaxation des polyalcools décroît proportionnellement au nombre de dipôles élémentaires figurant dans la molécule. Pour expliquer ce résultat paradoxal deux hypothèses sont possibles. On peut supposer que les molécules sont sphériques mais d'autant plus lisses que leur masse décroît (le coefficient de frottement variant lui-même avec le rayon). Ce que nous avons dit de l'association exclut cette hypothèse. Reste une interprétation géométrique. Alors que pour les monoalcools le bon accord des valeurs de a avec les valeurs attribuées par la théorie cinétique conduit à supposer les molécules sphériques, nous devons au contraire nous représenter les polyalcools comme des molécules cylindriques ou ellipsoïdales et d'autant plus allongées qu'elles grouperont plus de fonctions alcool. Si leur plan d'oscillation est perpendiculaire au grand axe on comprend que même dans un milieu extrêmement visqueux le temps de relaxation puisse être très petit. Lorsque les molécules s'associent latéralement en conservant leur polarité, la loi de variation de a est très simple et conforme à ce qu'on peut attendre. C'est ainsi que pour les molécules de glycérine associées 2 à 2, a qui devrait être égal à 1.10^{-8} cm est égal en fait à $0,90 \times 10^{-8}$ cm pour les molécules de sorbite également associées 2 à 2 a qui devrait être égal à $0,50 \times 10^{-8}$ cm est bien égal à $0,50 \times 10^{-8}$ cm.

Nous sommes peu renseignés sur la loi de variation du temps de relaxation de corps cylindriques ou ellipsoïdaux en fonction de la valeur du rapport du petit axe au grand axe. Il est possible que le calcul et l'expérience montrent, pour rendre compte de la loi tirée du tableau, la nécessité d'hypothèses complémentaires relatives à la structure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Diffusion de l'hydrogène à travers le palladium. Influence de la pression, de la température et de l'état de pureté du métal.* Note de MM. **Victor Lombard** et **Charles Eichner**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons fait des mesures de diffusion avec quatre lames de palladium commercial amenées à leur état de « diffusion normale » (voir *Bull. Soc. chim.*, **51**, 1932, p. 1470) par chauffage prolongé vers 500° C. dans un courant d'hydrogène électrolytique non purifié. Ces lames provenaient de deux lingots différents que pour la commodité nous désignerons ici sous les noms de palladium *b* (lames de 0mm,097, 0mm,099, 1mm,027 d'épaisseur) et de palladium *c* (lame de 1mm,027) réservant celui de palladium *a* au lingot d'où provenaient les lames de 0mm,199, 0mm,105 et 0mm,051 de nos recherches antérieures (*Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 322; *Bull. Soc. chim.*, **51**, 1932, p. 1462-1486).

I. Influence de la pression : *Premier cas.* — Diffusion de H^2 d'une enceinte où il est sous une pression P dans une autre enceinte vide de gaz. — Nos essais avec les lames de 0mm,097 et 0mm,099 en faisant varier P entre quelques millimètres de Hg et la pression atmosphérique ont conduit à la formule $D = KP^{0,56}$, alors que les déterminations antérieures avaient donné : $D = KP^{0.7}$ [Winkelmann (1)], $D = KP^{1}$ [Schmidt (2), Holt (3)], $D = KP^{0.8}$ et $D = KP^{0,62}$ [premiers essais des auteurs (4)].

Mais les essais avec la lame de 1mm,027, sous des pressions P comprises entre quelques millimètres de Hg et 26kg à 490°-570° et 617° C., ont conduit à la formule $D = KP^{0.5}$ trouvée avec tous les autres métaux dont on a jusqu'ici étudié la perméabilité aux gaz.

Deuxième cas. — Diffusion dans une enceinte contenant de l'hydrogène sous une pression *p* (constante) < P. — Nous avons fait trois séries de mesures à 492°-570° et 617° C. en faisant diffuser l'hydrogène dans une enceinte pleine de ce gaz sous la pression atmosphérique et en faisant varier P entre 2 et 26kg.

La représentation graphique de nos résultats nous a montré que dans ce cas la vitesse de diffusion est de la forme

$$D = K(P^{0,5} - p^{0,5}).$$

(1) *Ann. Physik*, 4e série, **6**, 1901, p. 101.
(2) *Ann. Physik*, 4e série, **13**, 1904, p. 747.
(3) *Roy. Soc. Lond.*, A, **91**, 1914, p. 148.
(4) Victor Lombard et Charles Eichner, *Bull. Soc. chim.*, **51**, 1932, p. 1462.

II. Influence de la température. — α. Les mesures avec les lames de $0^{mm},097$, $0^{mm},099$ et $1^{mm},027$ (palladium *b*) faites entre 380° et 612°C. (diffusion dans le vide — $P = 1^{atm}$) ont indiqué des vitesses de « diffusion spécifique » (cm^3, heure, cm^2, mm épaisseur) dont la représentation graphique a donné une courbe de formule

$$(b) \qquad D_{SN} = 6,607 . 10^{0,00172\,t} \qquad (t = \text{température centigrade}),$$

alors que celles faites autrefois avec les lames de $0^{mm},199$, $0^{mm},105$ et $0^{mm},051$ (palladium *c*) entre 250° et 600°C. avaient donné une courbe de formule

$$(a) \qquad D_{SN} = 3,177 . 10^{0,00207\,t}.$$

β. Les essais avec la lame de $0^{mm},307$ (palladium *c*) faits entre 350° et 850°C. ont donné des résultats qui, pour être exprimés exponentiellement, nécessitent deux formules :

$$(c_1) \qquad D_{SN} = 4,325 . 10^{0,00198\,t} \qquad (350° < t < 600°C.),$$

$$(c_2) \qquad D_{SN} = 15,85 . 10^{0,00102\,t} \qquad (600° < t < 850°C.),$$

mais qui s'expriment d'une façon très satisfaisante entre les limites de nos expériences (350°-850° C.) par la formule

$$(c_R) \qquad D_{SN} = 20,73 . T^{\frac{1}{2}} . e^{\frac{2022}{T}}$$

[application de la formule théorique de Richardson [1]].

III. Influence de l'état de pureté du métal. — La comparaison des formules (*a*), (*b*), (c_1), (c_2) et (c_R), entre les limites de températures où elles sont applicables, montre que la perméabilité du palladium à l'hydrogène est considérablement influencée par l'état de pureté du métal [2].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur l'étude de la corrosion des métaux et la corrosion des divers alliages de magnésium.* Note de MM. **A. Portevin**, **P. Bastien** et **M. Bonnot**, présentée par M. L. Guillet.

L'étude de la corrosion, dans divers milieux acides et salins, des alliages Mg-Al-Cu et Mg-Cu-Si, dont nous avons établi la constitution antérieure-

---

(1) Richardson, *Phil. Mag.*, 7, 1904, p. 268; Richardson, Nicol et Parnell, 8, 1904, p. 1.

(2) Tous détails sur le présent travail seront donnés dans un prochain Mémoire.

ment ([1]), a été l'occasion de remarques d'ordre général que nous avons jugé intéressant de signaler.

La caractérisation de la corrosion d'un alliage dans un réactif à une température donnée présente des difficultés provenant de ce que le résultat est fonction du mode opératoire; en raison de l'intervention, notamment des phénomènes de diffusion, de convection et de dégagement gazeux, l'intensité de la corrosion varie dans le temps avec la surface, la disposition et la forme des échantillons, la vitesse de circulation du liquide d'attaque, etc., de sorte que l'on ne peut arriver à définir pour chaque alliage un coefficient

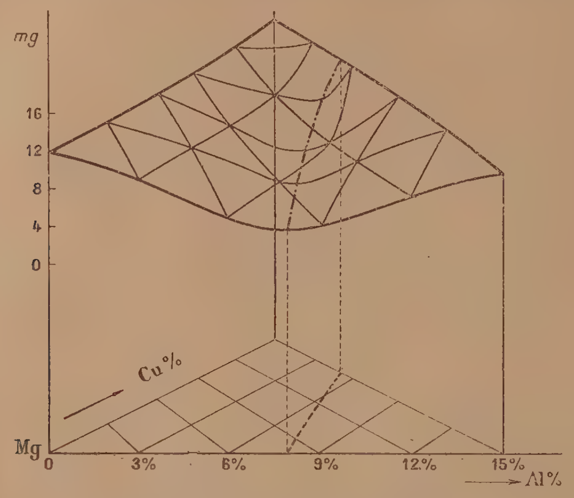


Fig. 1. — Surface des vitesses de corrosion des alliages Mg-Al-Cu dans une solution d'acide chlorhydrique à 1 °/₀.

unique ([2]). Nous nous sommes attachés à obtenir une vitesse de corrosion constante dans le cas de dissolution simple en réalisant des conditions identiques à chaque instant et en tout point de la surface de l'échantillon : pour cela, on opère dans un courant liquide coaxial à l'échantillon cylindrique et de vitesse suffisante ([3]); l'expérience nous a montré que pour les corrosions étudiées, la courbe représentant l'attaque (définie par le dégagement

([1]) A. Portevin et P. Bastien, *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 441; A. Portevin et M. Bonnot, *ibid.*, 196, 1933, p. 1603.

([2]) A. Portevin et E. Pretet, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 125.

([3]) Perfectionnement de l'appareil Thyssen-Bourdouxhe décrit dans la *Revue universelle des Mines*, 7e série, 19, 1928, p. 63.

gazeux l'accompagnant) devient *rectiligne et d'inclinaison constante*, lorsque, dans ces conditions, la vitesse dépasse 4,6 m/mn. Le coefficient de corrosion est alors défini par la pente de la droite unique représentant la vitesse de corrosion constante pour les vitesses de circulation égales ou supérieures à cette limite. On peut donc ainsi :

1° Caractériser chaque alliage par un coefficient unique dans le cas de dissolution simple.

2° Mettre en évidence les phénomènes compliquant celui de dissolution simple : notamment toutes les modifications d'état de surface (polarisation, passivité) ; la courbe cesse d'être une droite inclinée, toute perturbation à la loi linéaire traduit l'intervention d'un phénomène supplémentaire.

Cette technique nous a montré, en particulier, pour les alliages étudiés :

A. Que la vitesse de corrosion des alliages ternaires Mg-Al-Cu, riches en magnésium, dans l'acide chlorhydrique dilué, peut être représentée par une surface présentant une vallée dont le thalweg en projection correspond à une des limites du domaine de la solution solide ternaire riche en magnésium (*fig.* 1). L'addition d'aluminium diminue la corrosion jusqu'à l'appa-

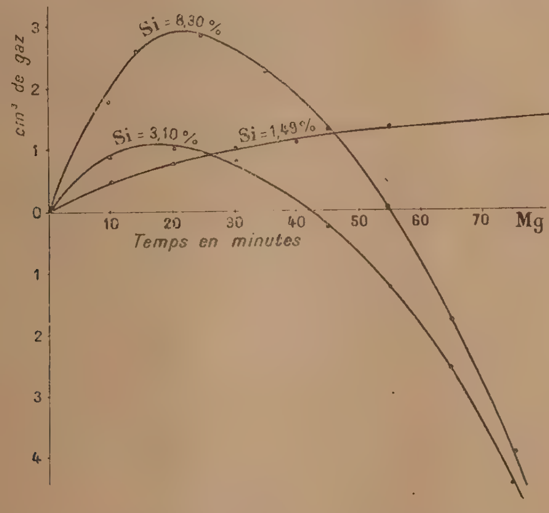


Fig. 2.

rition du deuxième constituant. Dans une solution saline ($MgCl^2$ N/2), le résultat est identique; par contre, dans l'acide citrique dilué, la vitesse de corrosion décroît constamment en fonction de la teneur en aluminium indiquant la formation d'une couche protectrice superficielle.

B. Que la vitesse de corrosion initiale dans l'acide chlorhydrique dilué des alliages magnésium-silicium (tangente à l'origine) croît avec la teneur en silicium. Mais la courbe de corrosion n'est pas rectiligne : d'après ce que nous venons de dire, on peut en déduire qu'il y a tendance à l'autoprotection par le composé Mg^2Si présent dans l'alliage, qui forme couche superficielle, couche pouvant être dissoute par l'acide fluorhydrique avec dégagement de SiH^4 spontanément inflammable. Si l'on recommence alors la corrosion, on retrouve une courbe superposable à la première. Ceci est nettement visible sur les courbes différentielles par rapport au magnésium (*fig*. 2), pris comme métal de référence. Ainsi l'effet du silicium sur la corrosion du magnésium est une accélération compliquée par l'intervention d'une influence protectrice de Mg^2Si.

Alors que l'addition de l'aluminium diminue d'abord la corrosion pour la faire croître ensuite, le silicium accélère d'abord la corrosion pour la diminuer ensuite. Ceci constitue une bonne illustration des deux règles concernant la corrosion des alliages que nous avons appelées : règle d'homogénéité et règle d'autoprotection [1].

MÉTALLURGIE. — *Résistance à la corrosion par l'eau de mer de certains alliages aluminium-magnésium.* Note de MM. **E. Herzog** et **G. Chaudron**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait (*Congrès de Chimie Industrielle*, 1928; *Chimie Ind.*, 21, 1928, p. 335; *Comptes rendus*, 189, 1928, p. 1087) que les alliages, du même genre que le duralumin, se corrodent suivant trois modes que l'on peut distinguer nettement par les essais mécaniques : *a*, attaque uniforme au cours de laquelle on n'observe aucune diminution des caractéristiques mécaniques; *b*, corrosion par piqûres qui provoque une diminution rapide de l'allongement sans changement notable de la charge de rupture, *c*, enfin l'attaque intercristalline qui affecte simultanément ces deux propriétés. Nous avons cherché, dans ce travail, à mettre en évidence les constituants responsables dans ces alliages, de ces deux derniers modes de corrosion.

Les essais sont effectués sur des tôles d'une épaisseur de 1^{mm}; l'attaque par l'eau de mer naturelle est accélérée suivant trois techniques précédemment décrites par l'un de nous [2] : *a*, l'essai par attaque anodique est d'une

---

(1) A. Portevin, *Conférence faite à Lille*, le 17 avril 1930.

(2) Herzog, *Thèse*, Lille, 1932, Gauthier-Villars, éditeur.

durée de 4 jours; *b*, l'essai sous pression d'oxygène est de 8 jours; *c*, enfin par immersion et émersion alternées, les expériences durent cinq mois.

On constate que les alliages contenant à la fois du magnésium et du silicium sont particulièrement sensibles à la corrosion intercristalline après une trempe et un revenu qui provoque une précipitation de Mg^2Si. Il semblerait que ce composé forme une pellicule autour des grains cristallins, car on diminue la gravité de l'attaque par un recuit amenant une coalescence de Mg^2Si. Par addition de manganèse il est possible d'empêcher les effets de trempe et de revenu; donc, de gêner plus ou moins totalement la précipitation de Mg^2Si, et il en résulte que l'alliage n'est plus susceptible de s'attaquer entre les cristaux.

Un alliage renfermant du magnésium et seulement des traces de silicium ne subit, s'il contient du cuivre, que la corrosion par piqûres.

On se trouve donc réduit, si l'on veut obtenir un alliage résistant à la corrosion, à éliminer le cuivre et le silicium et à rechercher les qualités mécaniques par des additions importantes de magnésium.

Les alliages formés d'aluminium et de magnésium purs peuvent être laminés vers 400°; nous donnerons, à titre d'exemple, les propriétés mécaniques de deux de ces alliages :

a. L'alliage à 6 pour 100 de Mg et moins de 0,15 de Si donne après recuit, à 450°, $R = 30$ kg/mm² et $A = 28$ pour 100.

b. L'alliage contenant 9,5 de Mg et 0,2 de Si (impureté) donne, après trempe à l'air à 420°, $R = 38$ kg/mm² et $A = 30$ pour 100.

Ce dernier alliage est susceptible de subir un revenu, nous nous proposons de préciser les conditions dans un Mémoire plus complet; il semble bien alors rester inattaquable malgré son hétérogénéité.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfures de zirconium.*

Note de M. **Picon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les recherches effectuées jusqu'ici sur les sulfures de zirconium n'ont donné lieu qu'à des résultats qualitatifs; en appliquant la méthode de préparation que nous avons antérieurement décrite pour divers sulfures métalliques, nous avons pu isoler trois composés du zirconium cristallisés et nettement définis : S^2Zr, S^5Zr^3 et S^3Zr^2.

Nous faisons réagir l'acide sulfhydrique à haute température sur l'oxyde, en utilisant un four à résistance de carbone étanche aux gaz à la pression atmosphérique jusque vers 3000°. La zircone est mise dans une nacelle de graphite et l'on constate que la formation de sulfure n'a lieu qu'au-dessus de 1100°. On chauffe donc progressivement de 1100° à 1200° pendant une demi-heure. On observe qu'il se produit des fumées et souvent aussi un corps pyrophorique. La chauffe est menée de façon à éviter un trop fort dégagement de fumées, ce qui amènerait des pertes notables de zirconium. On élève ensuite la température à 1600° pendant une demi-heure, puis le même temps à 1700°. Il se forme ainsi un composé fondu, bien cristallisé qui correspond très exactement à la formule S^5Zr^3. Le graphite intervient dans la réaction, car la nacelle subit, en général, une perte de poids très nette. Le produit est cependant exempt de carbone.

Il suffit ensuite de traiter le composé ainsi obtenu, préalablement pulvérisé, par un courant d'acide sulfhydrique à une température minimum de 900° et maximum de 1300° pour obtenir le sulfure S^2Zr. La transformation est rapide; elle est complète en moins de 1 heure vers 1200°. On emploie toujours des nacelles de graphite pur.

Les deux composés précédents peuvent en fournir un troisième S^3Zr^2, soit par l'action du vide cathodique à la température de 1400° pendant 2 heures, soit par une chauffe de 1 heure à 1700° dans une atmosphère d'hydrogène.

Le sulfure S^2Zr est un solide noir présentant quelques points brillants. Il prend une couleur brun rouge lorsqu'il est soumis à la pulvérisation. Au microscope, il est amorphe, et, d'une façon générale, opaque; on perçoit cependant quelques parties transparentes d'aspect vitreux et de couleur brun foncé. $d_0^0 = 3,87$ (détermination effectuée avec le produit finement pulvérisé, dans le vide, avec CCl^4).

Ce corps commence à se désulfurer à 1000° sans que l'on observe ni fusion ni volatilisation du composé métallique. La perte de soufre est de 2,75 pour 100 en une heure. Après le même temps à 1100°, il fournit le sulfure S^5Zr^3. En présence d'acide sulfhydrique, le même résultat s'obtient à 1400°.

L'action d'une très haute température a été étudiée dans l'hydrogène et dans l'azote. Avec le premier de ces gaz, à 2000°, après une heure, le produit est gris et n'est pas encore fondu. Le composé métallique ne se volatilise pas. La désulfuration est accentuée et s'accompagne d'une carburation. Le résidu contient 11 pour 100 de soufre et 3 pour 100 de carbone.

A 2800°, on obtient un culot fondu, brillant, ne renfermant plus que des traces de soufre (0,15 pour 100). C'est un carbure ayant dissous 5 pour 100 de graphite qui se dépose très bien cristallisé par refroidissement.

Dans l'azote à 2000°, on observe une désulfuration complète et une transformation en azoture et en carbure. Le premier de ces composés paraît se volatiliser, car la perte de poids atteint 20 pour 100 en une heure. A 2500°, le produit n'est pas encore fondu. La volatilisation, en dix minutes, varie entre 50 et 75 pour 100. On obtient encore un mélange d'azoture et de carbure.

Le sulfure S^5Zr^3 est un solide très bien cristallisé, avec un aspect noir et de vifs reflets d'une couleur bleu acier. Au microscope, il se présente sous forme de lamelles quadrangulaires et hexagonales très plates et réfléchissant très bien la lumière. On note également quelques parties transparentes de teinte rouge. $d_0^0 = 4,10$.

La désulfuration s'observe, dans le vide cathodique, à partir de 1300° (perte de 1,7 pour 100 de soufre en une heure). Après deux heures à 1400°, on isole le sulfure S^3Zr^2. Ce dernier corps s'obtient également après une heure de chauffe à 1700° dans l'hydrogène.

S^3Zr^2 est un solide cristallisé opaque d'aspect très brillant, brun, rose mordoré, se présentant en lames plates quadrangulaires. $d_0^0 = 4,62$.

La désulfuration, dans le vide cathodique, s'effectue très lentement audessus de 1500°. Pratiquement, on ne peut, en opérant dans un four à résistance de graphite, isoler le sulfure S^4Zr^3, car, à 1600°, le produit fixe déjà de petites quantités de carbone (0,5 pour 100 en 4 heures et 1 pour 100 en 5 heures à 1700°). A 2100°, le corps se volatilise légèrement, il ne contient plus que 16 pour 100 de soufre, mais par contre 40 pour 100 de carbure.

Dans l'hydrogène, la désulfuration et la carburation n'apparaissent, d'une façon sensible, qu'au-dessus de 1750°.

En résumé, l'acide sulfhydrique réagit sur la zircone à partir de 1100°, et, en élevant la température à 1700°, on isole un sulfure S^5Zr^3. Ce corps, dans le vide à 1400° donne S^3Zr^2; puis en le rechauffant à 1300° dans l'hydrogène sulfuré, il fournit un autre sulfure S^2Zr. Ces trois corps sont cristallisés et définis. La densité augmente quand on passe d'un produit à un autre moins sulfuré : 3,87, 4,10 et 4,62.

Dans le vide une désulfuration partielle s'effectue respectivement à 1000°, 1300° et 1500°; en opérant sur du graphite, la carburation apparait très lentement à 1600°. Dans l'hydrogène, la désulfuration complète n'a été

obtenue qu'à 2800°, le corps s'étant transformé en un carbure non volatil ayant dissous 5 pour 100 de graphite. Dans l'azote, il se forme en plus un nitrure volatil à haute température.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Microdosage du magnésium à l'état de ferrocyanure triple de magnésium, calcium et hexaméthylénetétramine.* Note de MM. **L. Debucquet** et **L. Velluz**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons précédemment décrit [1] une combinaison magnésienne nouvelle, le *ferrocyanure triple de* Mg, Ca *et hexaméthylénetétramine*

$$[Fe(CN)^6 MgCa]^3 . 4(CH^2)^6 N^4 . 40 H^2O \quad (P. M. = 2108)$$

dont une propriété intéressante est d'être pratiquement insoluble dans des solutions concentrées d'hexaméthylènetétramine. La précipitation de ce ferrocyanure triple est en outre quantitative lorsque la quantité de magnésium mise en œuvre est voisine du dixième de milligramme. L'observation de ces faits nous a permis d'établir une méthode de microdosage du magnésium, en solutions pures, dont le principe est le suivant :

1° Le ferrocyanure de calcium, potassium et hexaméthylènetétramine :

$$Fe(CN)^6 CaK^2 . (CH^2)^6 N^4 . 6H^2O \quad (P. M. = 578) \quad (^2),$$

dissous à saturation dans une solution à 10 pour 100 d'hexaméthylènetétramine, ne précipite pas en présence de sels calciques mais précipite en totalité le magnésium sous forme de ferrocyanure triple.

2° Ce ferrocyanure triple se prête à un dosage colorimétrique simple sous forme de ferrocyanure ferrique.

Le mode opératoire que nous proposons est le suivant :

A. *Préparation du complexe calcique.* — Ce composé précipite par simple mélange des solutions suivantes :

$Fe(CN)^6K^4 3H^2O$	$8^g,4$	$Cl^2Ca 5H^2O$	$4^g,40$
H^2O	100^{cm^3}	$(CH^2)^6N^4$	$11^g,2$
		H^2O	200^{cm^3}

Après une heure on essore à fond, à la trompe, on lave à l'alcool à 95° et à l'éther, puis on laisse sécher à l'air libre (obscurité).

Rendement : 7^g.

---

(1) L. Debucquet et L. Velluz, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1809.

(2) Décrit par Barbieri (*Gazz. Chim. ital.*, **60**, 1930, p. 229-243).

B. *Précipitation et dosage du ferrocyanure magnésien triple.* — La solution magnésienne pure ($0^{mg},1$ de Mg environ) est évaporée à siccité dans une petite capsule de platine, à fond rond; le résidu est directement repris par $2^{cm^3},5$ d'une solution *extemporanée* du complexe calcique précédent dans l'hexaméthylènetétramine à 10 pour 100 ([1]). La précipitation du ferrrocyanure magnésien est complète en une heure. On filtre alors quantitativement sur petit tube à filtration (plaque filtrante en verre fritté 15 aG4 de Schott) et après 6 lavages successifs avec 1^{cm^3} d'hexaméthylènetétramine à 20 pour 100, puis 3 lavages avec 5^{cm^3} d'acétone, le creuset séché par un simple courant d'air est disposé sur un tube à essorer contenant un tube cylindrique de 15^{cm^3} environ, gradué en un dixième de centimètre cube jusqu'à 12^{cm^3}. L'aspiration à la trompe étant rétablie, le composé magnésien retenu sur le verre poreux est redissous par addition d'eau distillée jusqu'à obtention de 10^{cm^3} de filtrat dans le tube gradué. On ajoute enfin, directement dans ce tube gradué, 1^{cm^3} de gomme arabique à 10 pour 100, 1^{cm^3} de chlorure ferrique ($0^{g},30$ Fe pour 1000) et l'on agite. La colorimétrie du bleu de Prusse ainsi formé s'effectue par comparaison avec 10^{cm^3} d'une solution *extemporanée* de composé calcique à p grammes pour 1000 ($p = 0^{g},20$ à $0^{g},25$) additionnée comme ci-dessus de gomme arabique et de chlorure ferrique. Soit $h\,(mm)$ la hauteur lue lorsque l'étalon est observé sous 20^{mm},

$$\text{Mg (en 1/10}^{e}\text{ de mg dans la prise)} = 84 \times \frac{p}{h}.$$

Cette méthode permet de doser des quantités de magnésium, voisines du dixième de milligramme, avec une erreur toujours inférieure à 5 pour 100, le plus souvent inférieure à 3 pour 100 ([2]).

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les combinaisons moléculaires organiques du tétrachlorure de titane.* Note de M. **F. Evard**, présentée par M. G. Urbain.

Il était à présumer que les tétrachlorures d'étain et de titane présentent un comportement analogue à la condition que l'on compare les deux halogénures à des températures correspondantes.

L'électroaffinité du titane étant supérieure à celle de l'étain, la zone de contrainte pour les complexes du premier est celle des basses températures relativement au second.

([1]) A cet effet on triture au mortier, $0^{g},50$ de complexe calcique avec 20^{cm^3} de solution à 10 pour 100 d'hexaméthylènetétramine. Après 10 minutes de contact (obscurité) on filtre sur papier serré.

([2]) Voici quelques résultats obtenus : 0,096-0,099; 0,101-0,095 pour $0^{mg},098$; 0,112-0,110 pour $0^{mg},109$; 0,068-0,071 pour $0^{mg},069$; 0,090-0,089 pour $0^{mg},088$; 0,126-0,127 pour $0^{mg},127$; 0,097 pour 0,094.

Pour faire une chimie comparée des deux halogénures, l'étude des dérivés de l'élément de plus faible électroaffinité — l'étain en l'occurrence — s'impose donc d'abord.

En ce qui concerne les combinaisons moléculaires organiques du tétrachlorure d'étain, cette étude a déjà été faite. Pfeiffer a décrit la plupart d'entre elles et montré qu'à la température ordinaire elles ont toutes pour formule $[X^4 Sn A^2]$ qui met en évidence l'hexacoordinence de l'atome métallique. Ces combinaisons donnent des phénomènes d'halochromie.

Aucune étude semblable n'a été entreprise sur les combinaisons d'addition du tétrachlorure de titane. Nous avons abordé cette étude, et la présente Note a pour objet de résumer les résultats obtenus.

De même que dans le cas de l'étain, c'est dans la série des cétones aromatiques que les phénomènes d'halochromie sont les plus nets.

Si l'on verse une goutte de tétrachlorure de titane dans une solution benzénique ou chlorocarbonique d'une cétone aromatique, on obtient une coloration d'autant plus profonde que l'allongement de la chaîne des doubles liaisons conjuguées croisées est plus grand. Ces colorations sont dues à des combinaisons moléculaires, dont la très grande fragilité à la température ordinaire rend l'isolement très pénible. Mais la difficulté d'employer une méthode physico-chimique nous imposa d'isoler les complexes. Il est indispensable d'opérer en atmosphère parfaitement sèche. A cet effet, nous avons réalisé un appareil dont la description sera donné ailleurs.

La teneur en chlore des complexes est obtenue après hydrolyse en présence de formiate alcalin (ce qui fournit un précipité de TiO^2 granuleux, donc facile à filtrer). Le pourcentage en titane s'obtient par calcination de quelques décigrammes de substance avec de l'acide nitrique fumant.

Les premiers résultats de l'analyse indiquaient une variation de la composition des précipités en fonction de la concentration des solutions mères, Mais en prenant soin de verser la solution de chlorocarbonique de titane dans un grand excès d'une solution de cétone et d'abandonner un jour environ le précipité coloré obtenu, on observe que la teinte de celui-ci s'éclaircit et que sa composition se fixe.

Combinaison moléculaire de $TiCl^4$ *et de* $C^6H^5 — CO — C^6H^5$. — En précipitant une solution de 2^g de benzéphénone dans 10^{cm^3} de benzène anhydre par une solution benzénique de tétrachlorure de titane à 10 pour 100, on obtient un précipité jaune clair, qui, abandonné au contact de la solution mère pendant une nuit, essoré, lavé et séché dans un courant d'azote

anhydre, fournit à l'analyse les chiffres suivants : Ti °/₀, 12,4 et 12,7; Cl °/₀, 38 et 37,9, ce qui correspond à la formule

$$\left[Cl^4Ti \ldots O = C \begin{matrix} \diagup C^6H^5 \\ \diagdown C^6H^5 \end{matrix}\right]$$

pour laquelle on a les pourcentages Ti, pour 100, 12,8 Cl pour 100 38,1. Le complexe est extraordinairement sensible à l'humidité atmosphérique; un séjour à l'air, de quelques secondes seulement, l'hydrolyse.

Combinaison de $TiCl^4$ *et de* $C^6H^5 - CH = CH - CO - C^6H^5$. — En faisant réagir deux solutions équimoléculaires, l'une de $TiCl^4$ (1 partie), l'autre de $C^6H^5 - CH = CH^5 - CO - C^6H$ (10 parties), on obtient un précipité brun foncé qui, abandonné à la température ordinaire pendant un ou deux jours au contact de la solution mère, prend une couleur rouge clair.

L'analyse fournit les moyennes suivantes : Ti °/₀, 8,1; Cl °/₀, 23,5; calculé (pour $TiCl^4$, $2C^{15}H^{12}O$) Ti °/₀, 7,92; Cl °/₀, 23,4. La formule du complexe est donc

$$\left[Cl^4Ti\left(\ldots O = C \begin{matrix} \diagup C^6H^5 \\ \diagdown CH = CH - C^6H^5 \end{matrix}\right)^2\right]$$

avec la coordinence six pour le titane. Il y a analogie de formule avec le composé stannique correspondant. Les diagrammes de poudre effectués jusqu'ici sur ces deux complexes ne permettent point de mesures, et par conséquent d'affirmer s'il y a ou non isomorphisme.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Complexes de l'éthylènediamine avec des halogénures ferreux.* Note de M. R. E. **Breuil**, présentée par M. G. Urbain.

Ces complexes correspondent à ceux déjà obtenus avec l'ammoniac : une molécule d'éthylènediamine remplaçant deux molécules d'ammoniac.

On les formulera : $Feen^3Cl^2$, $Feen^3Br^2$, $Feen^3I^2$.

Préparation. — L'éthylènediamine employée a été distillée trois fois sur sodium pour être parfaitement anhydre.

Le chlorure ferreux a également été préparé par l'action d'un courant de gaz ClH sec sur du fil de clavecin placé dans un tube de porcelaine chauffé au rouge vif dans un four électrique.

On a fait réagir l'éthylènediamine sur le chlorure ferreux en opérant dans un solvant anhydre et en atmosphère d'hydrogène. Le solvant employé

est l'alcool méthylique déshydraté par au moins trois distillations sur calcium. Le gaz hydrogène est soigneusement purifié et desséché.

L'appareil en verre où se fait la combinaison comprend plusieurs tubulures pour l'arrivée d'hydrogène et la fixation d'une ampoule à brome et d'un agitateur. Il comporte une partie où se fera la réaction et que l'on pourra chauffer ou refroidir, puis une autre partie ayant un filtre en pâte de verre pour filtrer, essorer et sécher le précipité.

La quantité calculée de Cl^2Fe (2^g) est introduite dans l'appareil à atmosphère d'hydrogène, où l'on ajoute de 20 à 30^{cm^3} d'alcool méthylique. On chauffe avec précaution pour dissoudre et on laisse refroidir.

L'éthylènediamine (3^g) est introduite par l'ampoule à brome. Il y a un fort dégagement de chaleur et il se forme un précipité blanc que l'on peut redissoudre en chauffant. Par refroidissement une poudre blanche cristallise. L'alcool est décanté, le précipité est lavé avec un peu d'alcool, puis versé sur le filtre en pâte de verre. Un courant d'hydrogène assez fort et prolongé pendant plusieurs heures permet de retirer la poudre blanche parfaitement sèche pour les analyses.

Abandonnée à l'air, la poudre devient rapidement brunâtre, puis brun rougeâtre en perdant de l'éthylènediamine, et donne finalement une pâte brun rouge.

Au dessiccateur à vide sur chaux sodée, on peut la garder quelques jours sans altération sensible.

Chauffée, la poudre perd son éthylènediamine et laisse un résidu brun.

Avec le bromure et l'iodure ferreux les préparations ont été identiques. (Ces halogénures ont été préparés par action directe du brome et de l'iode sur le fer dans l'alcool méthylique; on filtre la solution avant de l'introduire dans l'appareil.)

On peut noter que, conservé au dessiccateur à vide, le complexe iodé, différant en cela des deux autres complexes qui se teintent en jaune brun, prend une coloration violet pâle.

Analyses. — Fe en $^3Cl^2$. Calculé pour 100 : Fe, 18,2; en, 58,7; Cl, 23,1. Trouvé pour 100 : Fe, 18,0; en, 58,6; Cl, 22,7. — Fe en $^3Br^2$. Calculé pour 100 : Fe, 14,1; en, 45,5; Br, 40,4. Trouvé pour 100 : Fe, 14,2; en, 45,4; Br, 40,7. — Fe en$^3I^2$. Calculé pour 100 : Fe, 11,4; en, 36,8; I, 51,8. Trouvé pour 100 : Fe, 11,35; en, 36,8; I, 51,4.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'obtention d'aminocyclooctanols et leur dédoublement en composés actifs.* Note de MM. **Marcel Godchot**, **Max Mousseron** et **Robert Granger**, présentée par M. Delépine.

Poursuivant nos recherches [1] sur la variation du pouvoir rotatoire dans la série des aminocyclanols en fonction du nombre d'atomes de carbone du cycle, il nous restait, après les cycles en C^5, C^6, C^7, à étudier la série cyclooctanique, plus difficilement abordable toutefois. La présente Note a pour but de faire connaître le 2-aminocyclooctanol $(d+l)$ et le 2-méthylaminocyclooctanol $(d+l)$

OH, NH², 2-aminocyclooctanol. — OH, NH—CH³, 2-méthylaminocyclooctanol.

et les bases actives d et l résultant de leur dédoublement.

La méthode d'obtention de ces aminoalcools est identique à celle signalée précédemment pour d'autres aminocyclanols : action de l'ammoniaque ou de la méthylamine en solution hydro-alcoolique sur l'époxycyclooctane isolé récemment par l'un de nous en collaboration avec Mlle Cauquil [2]; dans cette série, on doit signaler que l'ouverture du pont oxydique est encore plus difficile que dans le cas de l'époxycycloheptane ; non seulement il faut chauffer un temps plus long (environ vingt heures), mais aussi sous forte pression (15^{kg}) et à une température élevée (150-155°).

A. *2-aminocyclooctanol-1*. — Cette base, préparée par nous pour la première fois, se présente sous l'aspect de cristaux incolores, en forme de paillettes (F. = 77-78°, Eb_{16} = 132-133°) dont le chlorhydrate, fortement hygroscopique, est fusible à 107-108°.

Le tartrate acide d du 2-aminocyclooctanol racémique (F = 195-196°; $[\alpha]_D = +13°,90$) est obtenu sous forme cristalline en milieu alcool absolu en présence d'acétone ; par cristallisations fractionnées et répétées dans l'alcool éthylique à 90°, on isole d'abord des cristaux peu solubles (aiguilles ; F = 205-206°; $[\alpha]_D = +5°,55$) représentant le tartrate acide d du 2-aminocyclooctanol l; en poursuivant le fractionnement et après cristallisation dans

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 981 et 2061 ; **196**, 1933, p. 621, 1511 et 1680.
(2) *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 962.

l'alcool à 95°, on sépare ensuite le tartrate *d* de la base *d* (prismes; F = 159-160°; $[\alpha]_D = + 22°,85$).

Si l'on remplace l'acide tartrique droit par l'acide tartrique gauche, il est possible de scinder le 2 aminocyclooctanol ($d + l$) en tartrate *l* de la base *d* (F = 205-206°; $[\alpha]_D = - 5°,40$) et en tartrate *l* de la base *l* (F = 159-160°; $[\alpha]_D = - 22°,70$).

Ces tartrates ainsi isolés fournissent, après traitement à la potasse et extraction par un mélange éthéro-chloroformique, les bases actives correspondantes, nettement cristallisées, alcalines à l'hélianthine et répondant aux caractères suivants : F = 93-94°; $[\alpha]_D = \pm 12°,85$; $\alpha_{436}/\alpha_{546} = 1,652$; les chlorhydrates actifs sont cristallisés et fusibles à 112-113°.

B. *2-méthylaminocyclooctanol-1*. — Cet aminoalcool, inconnu jusqu'ici, est constitué par un liquide fortement visqueux, se prenant en masse par refroidissement (F = 25°; Eb_{16} = 123-124°), et fournissant un chlorhydrate déliquescent.

Le tartrate acide *d* de la base racémique (F = 135-136°; $[\alpha]_D = + 13°,15$) se scinde par cristallisations fractionnées et répétées dans l'alcool à 95° additionné de 10 pour 100 d'acétone en tartrate acide *d* de la base *l* peu soluble (F = 160-161°; $[\alpha]_D = + 3°,65$) et en tartrate acide *d* de la base *d* plus soluble (F = 119-120°; $[\alpha]_D = + 27°,60$); ces sels conduisent aux bases actives *d* et *l* qui sont liquides (Eb_{16} = 121-122°; $[\alpha]_D = \pm 19°,90$; $\alpha_{436}/\alpha_{546} = 1,651$).

C. Parmi les treize aminoalcools cyclaniques dédoublés jusqu'ici par nous, il nous a paru intéressant de consigner dans le tableau suivant les points de fusion des bases racémiques et actives, les pouvoirs rotatoires spécifiques et moléculaires, ainsi que les rapports de dispersion rotatoire des quatre aminocyclanols actifs se rapportant à la molécule la plus simple, sans aucune substitution.

	F. rac.	F. actif.	$[\alpha]_D$.	$(M)_D$.	$\alpha_{436}/\alpha_{546}$.
2-aminocyclopentanol-1	liq.	liq.	38°,20	38°,60	1,649
2-aminocyclohexanol-1	66-67°	83-84°	40,10	46,10	1,648
2-aminocycloheptanol-1	72-73	89-90	14,45	18,65	1,651
2-aminocyclooctanol-1	77-78	93-94	12,85	18,35	1,652

On constate tout d'abord, qu'à part le terme en C^5, les autres aminoalcools racémiques et actifs sont cristallisés et possèdent des points de fusion croissant assez régulièrement. Quant aux pouvoirs rotatoires spécifiques, on remarque qu'ils sont très voisins pour les termes en C^5 et C^6; il en est de même pour ceux appartenant aux cycles en C^7 et C^8; mais pour ces derniers

apparaît une forte diminution de l'activité optique (25 à 27°), due sans doute à une structure spatiale différente de celle correspondant aux autres cycles et provoquant une modification de la position relative des fonctions OH et NH^2 ; cette constatation est du reste en accord avec d'autres faits déjà connus.

Remarquons enfin que le rapport de dispersion rotatoire est approximativement constant pour les divers aminocyclanols étudiés ; on savait déjà que dans une série homologue le rapport de dispersion demeurait à peu près invariable, et il est intéressant de retrouver cette règle dans la série des aminocyclanols lorsqu'on passe d'un cycle à l'autre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux acétals et aldéhydes à fonction éther-oxyde.* Note de M. **Marcu Rotbart**, présentée par M. Delépine.

Dans une Note précédente [1], nous avons montré qu'on peut préparer les éthers-oxydes de l'aldéhyde glycolique $ROCH^2.CHO$, avec un excellent rendement, en saponifiant convenablement les acétals

$$R-O-CH^2-CH(OC^2H^5)^2$$

obtenus de leur côté, par action, à chaud et sous pression, du bromacétal sur les dérivés sodés des alcools R.OH. Étant donnée l'importance de cette classe de corps au point de vue odeur, fait sur lequel S. Sabetay a déjà attiré l'attention, nous avons étendu nos recherches aux alcools suivants de la série grasse : octylique secondaire, *n*-décylique, *n*-dodécylique, *n*-tétradécylique (myristique), *n*-hexadécylique (palmitique).

Tout en nous réservant de revenir, dans un travail d'ensemble, sur les relations entre la constitution d'une part, les propriétés physiques et l'odeur d'autre part, dans une série homologue, nous dirons seulement ici que, à partir de C^{12}, les aldhéydes à chaîne normale, quoique fondant bas, sont néanmoins solides à la température ordinaire et que l'odeur s'affaiblit à mesure qu'augmente le nombre d'atomes de carbone.

Une étude systématique nous a permis de déterminer les conditions de préparation de ces acétals et des aldéhydes correspondants. Sous peine d'obtenir des résines indistillables, la température de l'autoclave ne doit pas dépasser 190° et la durée de chauffe ne doit pas se prolonger trop long-

---

(1) L. Palfray, S. Sabetay et M. Rotbart, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1508.

temps. Dans ces conditions le rendement en acétal peut atteindre 75 pour 100.

L'hydrolyse de l'acétal s'effectue aisément dans le cas où le reste $— CH^2 — CH(OC^2H^5)^2$ est greffé sur une chaîne normale aliphatique. En opérant en milieu hydroacétique, avec une concentration en SO^4H^2 de 25 pour 100, le rendement en aldehyde atteint 90 pour 100. Ce résultat contraste avec celui que nous avons décrit dans le cas des acétals dérivant des alcools secondaires cycliques : cyclohexanol et méthylcyclohexanols, qui se résinifient même en présence d'un acide sulfurique à 5 pour 100, il témoigne de la robustesse de nos aldéhydes $R — CH^2 — O — CH^2 — CHO$ quand R est un reste aliphatique à chaîne normale.

On peut prévoir que la solidité des acétals et des aldéhydes sera influencée, non seulement par la forme du reste alcoyle, mais aussi par le degré de la fonction de l'alcool de départ et qu'elle ne sera pas la même pour

$$R — CH^2 — O — CH^2 — CHO,$$

$$\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!\!>CH — O — CH^2 — CHO, \qquad \begin{matrix} R \diagdown \\ R' — C — O — CH^2 — CHO \\ R'' \diagup \end{matrix}$$

(R, R', R'' représentant des restes aliphatiques, hydroaromatiques ou arylaliphatiques). Nous comptons revenir sur ce point ultérieurement. Notons déjà que l'aldéhyde dérivant de l'octanol secondaire est stable en présence de SO^4H^2 à 15 pour 100, alors que les aldéhydes dérivant des cyclohexanols sont déjà résinifiés par un acide à 5 pour 100. La résistance à l'hydrolyse des acétals β alcoxylés est fonction de plusieurs facteurs. On se serait attendu à voir ce fait ressortir plus nettement de l'étude cinétique faite par Palomaa et Aalto [1] sur la résistance comparative, en milieu acide, d'acétals plus simples que les nôtres il est vrai, du type $R — O — CH^2 — CH(OR)^2$ opposés à ceux du type $R — CH^2 — CH(OR)^2$.

Nous avons obtenu les acétals ci-après et les aldéhydes correspondants. Nous donnerons quelques détails sur la préparation du premier terme : acétal et aldéhyde.

Acétal éthylique de l'aldéhyde métho-heptyloxyacétique. — On fait agir l'octanol-2 sur du Na en poudre en milieu toluénique [2], chasse le solvant, chauffe l'octanolate de Na résultant avec du bromacétal et un peu de cuivre porphyrisé, ensuite on chauffe pendant 3 à 4 heures à 180° sous pression (autoclave).

---

(1) H. Palomaa et V. Aalto, *Ber. d. chem. Ges.*, 66, 1933, p. 468.

(2) Les autres alcoolates ont été préparés par la même méthode.

Par distillation fractionnée sous vide, on isole l'acétal, liquide mobile, possédant les constantes : $E_{14} = 131°-132°$; $D_4^{22,5} = 0,8727$; $n_4^{22,5} = 1,4229$; RM_D tr. 71,77 ; calc. 71,78 ; OC^2H^5 % tr. 36,35 ; calc. 36,58.

Aldéhyde métho-heptyloxyacétique $CH^3-(CH^2)^5-CH(CH^3)-O-CH^2-CHO$. — On chauffe à reflux, dans un courant de CO^2, 20g acétal, 100cm³ SO^4H^2 à 20 % et 25cm³ acide acétique glacial. Après extraction à l'éther et lavage au bicarbonate, on distille sous vide.

L'aldéhyde, liquide fortement odorant, possède les constantes : $E_{15} = 98-99°,5$; $D_4^{19} = 0,8826$; $n_D^{19} = 1,4322$; RM_D tr. 50,57 ; calc. 50,03. La *semicarbazone*, cristallisée dans l'éther acétique, fond à 78°,5-79°,5 (Maq.).

Acétal-éthylique de l'aldéhyde décyloxyacétique : $E_{14} = 159-160°$; $D_4^{20} = 0,8905$; $n_D^{20} = 1,4370$; RM_D tr. 80,61 ; calc. 81,02 ; OC^2H^5 % tr. 32,85 ; calc. 32,84.

Aldéhyde décyloxyacétique $CH^3(CH^2)^8CH^2O.CH^2CHO$ (20g acétal, 100cm³ SO^4H^2 à 25 % et 30cm³ CH^3COOH) : $E_{15} = 133-135°$; $D_4^{20} = 0,8663$; $n_D^{20} = 1,4452$; $F = 19,5-20°$; RM_D^{γ} tr. 59,40 ; calc. 59,27. *Semicarbazone* (méthanol) $F = 103-104°$ (Maq.).

Acétal-éthylique de l'aldéhyde dodécyloxyacétique (*laurylique*) (¹) : $E_3 = 150-151°$; $D_4^{23} = 0,8680$; $n_D^{23} = 1,4330$; RM_D tr. 90,43 ; calc. 90,25 ; OC^2H^5 % tr. 29,86 ; calc. 29,80.

Aldéhyde dodécyloxyacétique $CH^3(CH^2)^{10}CH^2O.CH^2CHO$ (40g acétal, 150cm³ SO^4H^2 à 30 % et 50cm³ CH^3COOH crist.) : $E_3 = 118-119°$; $D_4^{25} = 0,8727$; $n_D^{25} = 1,4410$; $F = 18°$; RM_D tr. 68,99 ; calc. 68,51. *Semicarbazone* (éther acétique) $F = 108°$ (Maq.).

Acétal-éthylique de l'aldéhyde tétradécyloxyacétique (*myristique*) : $E_2 = 161-162°$; $D_4^{24} = 0,8665$ (surfusion) ; $n_D^{24} = 1,4372$; $F = 25°$; RM_D tr. 99,81 ; calc. 99,49 ; OC^2H^5 pour 100, tr. 27,21 ; calc. 27,27.

Aldéhyde tétradécyloxyacétique $CH^3-(CH^2)^{12}-CH^2-O-CH^2-CHO$: $E_4 = 138-140°$; $F = 36°$. *Semicarbazone* (éther acétique) $F = 97°$ (Maq.).

Acétal-éthylique de l'aldéhyde hexadécyloxyacétique (*palmitique*) : $E_1 = 192-194°$; $F = 37°$; OC^2H^5 pour 100, tr. 25,17 ; calc. 25,13.

Aldéhyde hexadécyloxyacétique $CH^3-(CH^2)^{14}-CH^2-O-CH^2-CHO$. — Cristallisé dans l'alcool éthylique, $F = 47°$ (Maq.). *Semicarbazone* (éther acétique) $F = 102°$ (Maq.).

PHYSIQUE CRISTALLINE. — *Structure des platinocyanures cristallisés.* Note de M. Henri Brasseur, présentée par M. J. Perrin.

La comparaison des propriétés optiques (réfringence, biréfringence et dispersion) des platocyanures et d'un composé récemment étudié par T. C. Sutton (²) m'a conduit, pour la position des liaisons C-N par rapport

(¹) Sommairement décrit par S. Sabetay, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 45, 1929, p. 1161.

(²) T. C. Sutton, *Phil. Mag.*, 7e série, 15, 1933, p. 1001.

à l'ensemble du groupe $Pt(CN)_4$, à une conclusion que je crois utile de signaler.

L. Pauling [1] a montré que le groupe $Pt(CN)_4$ des platocyanures doit être considéré comme plan, c'est-à-dire que les centres de l'atome de Pt et des radicaux CN se trouvent dans un même plan. Si l'on ne considère plus le radical CN comme simple mais comme un groupe binaire, il est nécessaire de préciser les positions relatives des atomes C et N par rapport au plan du $Pt(CN)_4$.

Dans ce cas, deux possibilités se présentent :

1° La droite qui joint les centres des atomes C et N est parallèle au plan du $Pt(CN)_4$;

2° Cette droite est perpendiculaire au plan du $Pt(CN)_4$.

Jusqu'à présent, aucune tentative n'a été faite en vue de préciser laquelle de ces deux possibilités doit être retenue. En fait, le facteur atomique élevé du Pt et ceux, très faibles, des atomes C et N montrent l'impossibilité de déterminer les positions des atomes C et N à partir d'intensités de réflexion des rayons X.

Si l'on admet l'hypothèse du 1°, les conclusions d'un travail d'ensemble de W. A. Wooster [2] permettent d'affirmer le caractère optique négatif des platocyanures, contrairement aux résultats des observations effectuées sur les propriétés optiques de ces sels [3].

D'autre part, T. C. Sutton [4] a donné récemment pour le triazide cyanurique $CN.N_3$ une structure dans laquelle toutes les liaisons C-N se trouvent dans des plans parallèles l'un à l'autre et perpendiculaires à des colonnes d'atomes N. Ce composé a des propriétés frappantes qui ont été indiquées par T. C. Sutton, notamment :

1° La biréfringence en est particulièrement élevée (0,490).

2° L'indice de réfraction le moins élevé (indice extraordinaire) correspond à la direction perpendiculaire aux plans qui contiennent les liaisons CN ; l'indice le plus élevé correspond à la direction parallèle à ces plans.

3° L'indice ordinaire présente une grande dispersion, l'indice extraordinaire, une dispersion très faible.

Des propriétés absolument analogues existent pour les platocyanures les mieux étudiés du point de vue optique.

---

(1) L. Pauling, *Phys. Rev.*, 37, IX, 1931, p. 1185.

(2) W. A. Wooster, *Zeits. Krist.*, 80, V-VI, 1931, p. 495.

(3) A. N. Winchell, *Univ. Wisconsin Stud. Science*, n° 4, Madison, États-Unis, 1927.

(4) *Loc. cit.*

Comme le montrent les chiffres donnés par A. N. Winchell [1], ces platocyanures présentent des biréfringences élevées et sont optiquement positifs. Les indices les moins élevés n_p et n_m varient peu en fonction de la longueur d'onde tandis que l'indice le plus élevé n_g accuse une dispersion marquée. De plus n_g est perpendiculaire au plan d'un clivage parfait que l'on suppose parallèle aux plans des groupes $Pt(CN)_4$.

Cette analogie frappante est probablement due aux positions des groupes CN. En effet, les propriétés des platocyanures et l'analogie signalée peuvent s'expliquer en supposant que les groupes CN sont perpendiculaires aux plans des groupes $Pt(CN)_4$ et que, conformément aux résultats de T. C. Sutton, la réfractivité du groupe CN est la plus grande lorsque le vecteur électrique de l'onde incidente est parallèle à la liaison CN.

Il est à remarquer que cette interprétation rentre parfaitement dans le cadre des remarques importantes faites par W. A. Wooster [2] en ce qui concerne l'influence des groupements sur la réfractivité moléculaire et la biréfringence d'un composé.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Deux anciens niveaux marins dans la région de Perros-Guirec (Côtes-du-Nord).* Note de M. **Francis Ruellan.**

Sur plusieurs points des grèves de la région de Perros-Guirec, j'ai observé, de bas en haut, dans la falaise, une levée de galets fossile imprégnée d'une boue de solifluxion, puis les blocaux anguleux du head et enfin le loess, plus ou moins remanié, d'où dérive la terre végétale du sommet. La levée de galets fossile repose souvent sur de petits témoins d'une plate-forme d'abrasion littorale ancienne. Son sommet est à une altitude qui varie de 1^m,50 à 2^m,50 au-dessus du sommet de la levée vivante. A Trestrignel, la mer a également creusé dans un filon de diabase deux grottes superposées dont la plus haute correspond au niveau de la levée de galets fossile voisine. Cet ancien niveau marin de 2^m,50 se trouve encore au fond de deux puits, creusés dans le loess et dans les blocaux à 40^m en arrière du littoral entre le port de Perros et Trestrignel.

Dans la crique de Trestrignel, la falaise de blocaux et de loess est formée aux dépens d'une sorte de terre-plein en demi-cercle qui monte progressi-

---

(1) *Loc. cit.*

(2) *Loc. cit.*

vement jusqu'au pied d'une rupture de pente très raide, ancienne falaise aboutissant à une surface aplanie qui couronne le tout. Cette disposition de deux amphithéâtres étagés suggère l'idée que la crique actuelle est emboîtée dans une crique fossile, ce qui s'observe aussi à l'est de Louannec, en arrière du port de Perros, dans l'anse de Trestraou et à Trebeurden pour ne citer que des points caractéristiques. Il est évidemment impossible de considérer comme d'anciennes plages les surfaces en pente assez forte comprises à l'intérieur des criques fossiles. Elles sont en effet dues à un remblaiement continental de blocaux et de loess, d'altitude et d'épaisseur très inégales.

Mais, au-dessus des caps actuels, une petite plate-forme, qui porte souvent des rochers déchiquetés, précède l'ancienne falaise où perce la roche nue. Au fond des criques fossiles, ce sont des rochers dénudés qui forment fréquemment l'ancienne falaise dont le pied se tient régulièrement à environ 20^m au-dessus du pied de la falaise actuelle. Enfin, la plate-forme de Ploumanach, située à 20^m environ au-dessus de l'estran actuel, porte les marques de l'érosion marine. Parsemée de blocs de rochers empilés, elle contraste singulièrement avec la régularité de la surface aplanie qui porte le village de la Clarté et qui se prolonge jusqu'au sémaphore du Cribo. Son aspect rappelle au contraire les amoncellements de gros cailloux et les récifs que découvre la mer au moment du reflux. M. de Martonne a depuis longtemps montré sous quelles influences ce granite rose à biotite, à gros cristaux, compact et peu diaclasé, se transforme actuellement en arène. Comme ailleurs, il s'agit d'une désagrégation granuleuse, mais la pluie, le ruissellement et le vent humide surtout ont si nettement marqué leur empreinte dans les marmites, les lapiés et les gouttières qui sculptent les blocs, qu'on ne peut le plus souvent dire avec précision ce que la mer avait préparé. Il est toutefois une forme éminemment propre à l'érosion marine, c'est cette encoche de sapement, arrondie et polie, que la vague de translation modèle au pied des rochers qu'elle vient battre et qui s'enfonce horizontalement comme elle. Les roches compactes et faciles à modeler comme les diabases et certains granites en gardent d'admirables empreintes. Fréquemment même à Ploumanach, le rocher qui montre ainsi à sa base l'encoche concave de la vague, forme parapluie au-dessus d'un autre rocher qui le supporte où l'on voit de magnifiques gouttières divergentes. Protégées de la pluie, situées à l'écart des vallées, ces formes ne peuvent avoir d'autre origine que le choc de la vague et le ruissellement qui suit le moment où elle s'écroule.

Le contraste entre les creux et bosses de la plate-forme de Ploumanach et les lignes régulières de la pénéplaine de la Clarté montre immédiatement le domaine qui revient à ce niveau de 20^{m}. Une rupture de pente jalonne bien d'ailleurs la place de l'ancienne falaise, mais avec beaucoup moins de netteté que dans les granites de Perros, traversés de nombreux filons ou dans les gneiss de Trebeurden. Tandis que dans les schistes métamorphiques et dans les granites de Perros, la plate-forme d'abrasion progresse lentement, mais est très vite nivelée grâce à la schistosité et aux diaclases; dans les granites compacts de Ploumanach et de Trégastel, l'érosion marine augmente rapidement son domaine, encercle les blocs et dégage très facilement l'arène épaisse qui les emballe, mais le nivellement est relativement très lent et l'estran reste chaotique.

Cet ancien niveau marin de 20^{m} se retrouve à proximité même de Ploumanach, dans les Sept-Iles, où l'Ile Plate, exposée au Nord-Ouest est une plate-forme chaotique de même nature. L'Ile Tomé se termine elle-même au Nord par une longue bande de récifs qui représentent le même niveau d'abrasion marine. Il n'est d'ailleurs pas particulier à la région de Perros. Nous avons vu des aspects semblables à Bréhat, à Brignogan et à Porspoder où se retrouvent des granites compacts à gros cristaux dont la désagrégation granuleuse est facile. Il semble donc bien que le développement maximum de cette plate-forme soit lié à cette nature de roche.

En résumé, un niveau marin de 20^{m} environ, marqué par des formes d'abrasion, a été suivi par un niveau marin de 2^{m},50, bien caractérisé à la fois par des formes d'abrasion et d'accumulation, sans que l'on puisse actuellement savoir si la régression marine qui sépare les deux niveaux s'est étendue au-dessous du dernier. Par contre, les immenses coulées de solifluxion pierreuses et boueuses post-monastiriennes ont non seulement empâté les formes des niveaux de 20^{m} et 2^{m},50, mais les ont dépassées pendant une régression marine importante, contemporaine de cette période de grand refroidissement qui correspond sans doute à une extension glaciaire. C'est partiellement dans ces boues de solifluxion, qui avaient entraîné vers le Nord des éléments tirés de gisements quelque peu éloignés du littoral, que le vent s'est nourri pour constituer le loess qu'elles ne recouvrent jamais. La formation de ce loess pourrait répondre à une phase moins humide de la même période glaciaire.

BOTANIQUE. — *Exploration botanique du Sagho (Maroc).* Note [1] de M. **Louis Emberger**, transmise par M. Ch. Flahault.

Le Sagho est un massif montagneux de 4000$^{km^2}$ émergeant du désert dans l'angle formé par le Dadès et le Drâ supérieur. Il est pacifié depuis le 25 mars, à la suite des durs combats que l'on sait. La bienveillance et la protection des autorités militaires [2] m'ont permis de faire une première exploration de ce pays inconnu et, hier encore, inaccessible. J'ai parcouru, en partant de Bou Malem, la partie centrale du Sagho où se trouvent les points les plus élevés et les plus intéressants du massif.

Le Sagho est entouré de désert, mais au Nord (entre El Kelaa et Foum el Kouss) l'altitude élimine le Dattier des Oasis, au bénéfice du Noyer; dans les sols non irrigués, *Haloxylon*, *Peganum*, *Zizyphus* (dans les vallons) jouent un rôle important. Au Sud et sur les côtés, les oasis sont des Palmeraies et la végétation compte un certain nombre d'éléments franchement sahariens.

Le Sagho proprement dit n'est pas désertique. C'est une grande surprise de trouver dans ces montagnes entourées de désert et offrant au Sahara une façade de 100^{km} une végétation à peu près dépourvue d'éléments sahariens, de vastes nappes alfatières, de très nombreuses touffes de *Chamærops humilis* et, au-dessus de 1800^{m}, une ceinture nettement forestière à Genèvriers et Frênes assez bien conservée sur de grandes surfaces. On peut estimer la pluviosité du Sagho à 300^{mm} environ.

Dès qu'on s'approche de la montagne, le désert disparaît et cède la place à un étage aride; l'Halfa (*Stipa tenacissima*) apparaît et devient très rapidement dominant. A partir de 1700^{m} il forme de grandes steppes naturelles comme sur les Hauts Plateaux algéro-marocains. L'Halfa alterne suivant la nature du sol avec de vastes étendues d'*Artemisia Herba alba*. Dans les lits des Oueds à sec croissent *Zizyphus* et *Vitex*.

L'Halfa atteint, suivant les conditions locales, 2100-2400^{m}, mais il ne forme un groupement qu'aux basses altitudes, c'est-à-dire entre 1600 et 1800^{m}. Au delà il est subordonné à des formations forestières (en grande partie disparues), en particulier à *Juniperus phœnicea* dont j'ai reconnu

---

(1) Séance du 19 juin 1933.

(2) Je remercie tout particulièrement M. le Général Catroux, commandant la région de Marrakech.

l'existence en de nombreux points et quelquefois en peuplements assez denses. Un Frêne (*Fraxinus dimorpha*) est habituellement associé au Genévrier; les autres végétaux fréquents à ce niveau sont, en dehors de l'Halfa, *Santolina scariosa*, *Genista myriantha*, *Adenocarpus Bacquei*, *Teucrium fruticans*, *Ephedra nebrodensis*, *Carthamus fruticosus* et assez souvent, *Chamærops humilis* (par taches). *Juniperus phœnicea* atteint 2400^m (plateau supérieur). Le long des cours d'eau de ce niveau de végétation abondent surtout *Vitex* et *Nerium*, puis *Populus alba*, sensu lato et *nigra* s. l., *Salix purpurea* et très rarement *Buxus balearica*.

Au delà de l'altitude de 2400^m (parfois à partir de 2200^m) jusqu'aux plus hauts sommets (2712^m) croît *Juniperus thurifera*. Dans le Sagho cet arbre est accompagné de *Prunus prostrata*, *Catananche cæspitosa*, *Bupleurum spinosum*.

Les deux Genévriers caractérisent l'étage semi-aride.

Nous avons montré (*Rev. gén. de Bot.*, 1933, sous presse) que *Juniperus phœnicea* caractérise l'étage semi-aride (sous-étage moyen) et *J. thurifera* le sous-étage froid. L'originalité du Sagho est que ces deux sous-étages y sont en contact, alors que dans les régions plus humides ils sont séparés par l'intercalation des étages tempéré et humide. Ce contact prévu théoriquement n'avait pas encore été observé dans la nature.

Au fur et à mesure qu'on passe des régions humides dans les zones sèches les étages, humide et tempéré sont supprimés : on voit, d'abord, disparaître l'étage humide, puis l'étage tempéré, ce qui détermine le contact des deux sous-étages semi-arides.

Afin de connaître toutes les étapes de cette suppression d'étages, j'ai parcouru le versant méridional du massif de Mgoun (Grand Atlas). J'y ai trouvé le terme intermédiaire recherché sous la forme d'une succession d'étages comportant un étage tempéré très peu développé intercalé entre le Genévrier rouge et le G. thurifère et occupant seulement les ubacs à 2100-2200^m, les adrets appartenant à *J. phœnicea* (1). Quant à l'étage humide, il est inexistant; sa réduction est déjà extrême sur le versant Nord du Grand Atlas.

Dans le Moyen Atlas humide les étages tempéré et humide sont pleinement développés et séparent au maximum nos deux sous-étages semi-arides.

Le massif du Sagho est un exemple remarquable de contraction des étages de végétation sous l'influence de la sécheresse; malgré l'altitude, deux étages se différencient : un étage aride à Halfa ou Armoise et un étage semi-aride à *Junisperus phœnicea*, *J. thurifera* et *Fraxinus dimorpha*.

Au point de vue floristique le Sagho est nettement méditerranéen; il tient à la fois du Grand Atlas et de l'Anti-Atlas. L'endémisme y est très faible.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Application de la coloration vitale à l'étude de la cytodiérèse.* Note [1] de M. **W. A. Becker.**

Nous avons pu démontrer lors de nos recherches précédentes sur le phénomène de la formation de la plaque cellulaire, que cette dernière peut se colorer *in vivo*, avec du rouge neutre et du bleu de méthylène [2]. En continuant nos recherches pendant la vie d'une cellule, et en les élargissant par l'application, également, d'autres colorants, nous avons pu noter certains nouveaux résultats, que je vais présenter ici.

Il s'ensuivrait de ces nouvelles recherches, que la plaque cellulaire peut se colorer d'une manière intense avec des colorants basiques, vacuolaires, du groupe d'azines, soit, outre avec les deux colorants mentionnés tout à l'heure, aussi avec le bleu de crésyl, le bleu de toluidine et la thionine. Surtout, quand on emploie de faibles solutions du bleu de crésyl, qui ne provoquent que d'insignifiantes anomalies dans la division d'une cellule, l'on peut obtenir une jolie coloration des vacuoles et de la plaque cellulaire. Dans bien des cas, le colorant, contenu dans les vacuoles, subit une réduction et, alors, la seule structure, que l'on aperçoit colorée dans une cellule vivante en division, c'est la plaque cellulaire.

La marche du processus de la coloration se présente dans tous les cas en question de la même façon que celle décrite dans mes publications précédentes et elle indique un véhément processus d'*Entmischung* du protoplasma dans la région équatoriale de la cellule. Les expériences sur la plasmolyse, maintes fois répétées, font la preuve que la formation de deux nouvelles pellicules plasmatiques chez les cellules-sœurs ait lieu lors du dit processus.

Des colorants du chondriome ont été étudiés; deux : le vert de Janus, colorant, dans un certain sens, classique et l'autre, à celui-ci très apparenté, la phénosafranine. Ces deux colorants provoquent, dans une cellule vivante, une coloration des granules minuscules, disséminés dans le cytoplasma, le plus souvent, près du noyau. Ces granules ont, dans le cas de la coloration avec le vert de Janus, une couleur verdâtre et dans celui-là, avec la phénosafranine, une couleur rouge. Ayant obtenu cette coloration durant la méta- ou l'anaphase, nous avons pu, dans la suite, maintes fois observer le

---

(1) Séance du 29 mai 1933.

(2) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1850; *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 9, 1932, p. 381.

processus entier et normal de la division en deux cellules dérivées, jusqu'à la complète reconstruction des noyaux télophasiques en ceux à l'état de repos. La coloration de ces éléments cytoplasmatiques dans les stades plus précoces, n'exerce parfois non plus, aucune influence sur la marche de la mitose. C'est uniquement la phénosafranine qui provoque souvent des bouleversements à la formation du phragmoplaste et amène l'apparition des cellules binucléaires [1]; par contre, le vert de Janus ne provoque aucune anomalie dans le sens morphologique. Ces expériences représentent une certaine importance pour la méthode de coloration du chondriome *in vivo*.

Lors de la formation du phragmoplaste et de la plaque cellulaire, les granules cytoplasmatiques, colorés par des colorants du chondriome, entourent la figure du noyau et le fuseau cytocinétique, mais n'entrent jamais sur son territoire. En même temps les granules, qui apparaissent dans le phragmoplaste et s'accumulent en forme d'une ligne unie de la plaque cellulaire, restent complètement incolores.

En ce qui concerne les recherches nous intéressant, la phénosafranine mérite une attention spéciale aussi pour cette raison, qu'elle colore rapidement et d'une manière intense la membrane cellulaire (Mangin), aussi bien celle, qui s'est déjà formée que celle en formation. En faisant des observations sur ce processus dans une cellule vivante, nous allons voir apparaître peu à peu une ligne colorée en rouge et se trouvant dans un enfoncement incolore, formé par la plaque cellulaire formée. Nous avons donc obtenu — sur cette voie — un tableau opposé à celui que nous avions observé, ayant employé les colorants vacuolaires, et notamment : les granules formant la plaque cellulaire et l'enfoncement même, qui s'est formé par leur confluence, restent incolores, par contre la membrane cellulaire se colore nettement.

Que la plaque cellulaire formée ait le caractère d'un enfoncement, l'on peut s'en persuader en colorant une cellule vivante lors de sa division avec du colorant vesuvine. Ce dernier provoque une coloration jaune dans le cytoplasma et le phragmoplaste. Quand la coloration du phragmoplaste est suffisamment intense, le caractère d'enfoncement propre à la plaque cellulaire ressort très nettement.

Sur le phragmoplaste ainsi coloré peut être observée la formation de la plaque cellulaire tout entière, de même que de la membrane cellulaire de la manière tout à fait normale.

---

(1) *Revue gén. de Botanique*, 44, 1932, p. 24.

CHIMIE AGRICOLE. — *Zones de stabilité en fonction du pH des divers composés cupriques d'une bouillie bourguignonne.* Note de MM. **L. Maume** et **A. Bouat**, présentée par M. P. Viala.

La bouillie dite bourguignonne résulte de l'action d'une solution de carbonate de soude sur une solution de sulfate de cuivre. Sa composition chimique est variable suivant les quantités mises en présence. Il est admis qu'au début de la réaction se forment des sulfates basiques; mais à mesure que la proportion de sulfate de cuivre diminue, apparaît de l'hydrocarbonate dont la quantité va en croissant. La précipitation des divers composés cupriques est donc fonction de la réaction du milieu. Partant de là, il nous a paru intéressant de situer sur l'échelle des pH la place des divers précipités qu'il est possible d'obtenir en faisant varier la proportion de l'un des constituants. Voici comment nous avons opéré :

Les deux liqueurs de bases étant établies aux concentrations suivantes : A, 10^g de $SO^4Cu, 5H^2O$ pur dans 500^{cm^3} d'eau distillée; B. $3^g,2$ de CO^3Na^2 pur dans 500^{cm^3} d'eau distillée; nos essais ont porté sur 20^{cm^3} de liqueur A (correspondant à 100^{mg} de cuivre) dans laquelle nous avons versé les quantités croissantes de B qui figurent au tableau ci-après. A chaque étape correspondant aux différentes doses de CO^3Na nous avons déterminé parallèlement :

1° Le pH du milieu par la méthode électrométrique;

2° Le cuivre précipité : *a*, par microélectrolyse; *b*, par méthode volumétrique à l'iodure de potassium;

3° Le CO^2 à l'aide d'un micro Bernard.

Nos résultats analytiques sont consignés dans le tableau suivant :

Si l'on construit la courbe des pH en fonction des centimètres cubes de CO^3Na^2 versés pour une même quantité de SO^4Cu (20^{cm^3} $SO^4Cu, 5H^2O$) on s'aperçoit que sa montée n'est pas régulière et présente des changements de coefficient angulaire correspondant à des changements de précipités. Ces irrégularités se retrouvent dans les courbes qui donnent en fonction des pH les quantités de cuivre total, de cuivre correspondant à l'hydrocarbonate $CO^3Cu, CuO, 2H^2O$ de cuivre (obtenu par différence) correspondant aux divers sulfates. Au départ, jusqu'à un pH de 5,05 environ, ne précipitent que des sulfates basiques; puis commence la zone de précipitation de l'hydrocarbonate mélangé à des sulfates assez bien définis par le rapport $CuSO^4/SO^4$ jusqu'au pH 5,64. A ce moment, on arrive aux proportions indiquées par divers auteurs pour l'obtention du composé SO^4Cu, 3 CuO; celui-ci paraît en effet dominer comme sulfate mélangé au CO^3CuCuO jusqu'au pH 6,00. A partir de ce point, les proportions de SO^4Cu et de CO^3Na^2 doivent amener la précipitation totale du cuivre ($4^g,25$ de CO^3Na^2 pour 10^g $SO^4Cu, 5H^2O$ dans 1000^{cm^3}). On s'aperçoit alors que la quantité de cuivre précipité se stabilise à 94^{mg}, pendant un assez long intervalle de pH.

Ce retard est dû à la formation de bicarbonate de cuivre qui ne précipitera qu'avec un gros excès de CO^3Na^2. En effet, avec 40$^{cm^3}$ de CO^3Na^2 pour 20$^{cm^3}$ SO^4Cu (pH 9,34) on arrive à précipiter sensiblement tout le cuivre, non plus sous forme de sulfate basique et d'hydrocarbonate, mais sous forme d'hydrate $Cu(OH)^2$ et d'hydrocarbonate dans les proportions de 28 à 30^{mg} pour CO^3CuCuO et 70 à 72^{mg} pour $Cu(OH)^2$.

Cm³ de CO^3Na^2.	pH.	Cu total précipité (mg).	Cu (CO^2) (mg).	Cu (SO^4) (mg).	CO^2 précipité (mg).	SO^4 précipité (mg).	$\frac{Cu(SO^4)}{SO^4}$.	Sulfates dominants.
1.....	4,70	6,2	0	6,2	0	3,1	2	$SO^4Cu.2CuO$
2.....	4,87	8,3	0	8,3	0	3,2	2,6	$SO^4Cu.3CuO$
4.....	5,01	12,6	0	12,6	0	3,7	3,4	$SO^4Cu.4CuO$
6.....	5,05	21,5	0	21,5	0	3,3	6,5	$SO^4Cu.9CuO$
8.....	5,11	32,2	11,2	21	3,9	3,5	6	Hydro + $SO^4Cu.9CuO$
10.....	5,17	40,3	19,7	20,6	6,9	7,9	2,6	» + $SO^4Cu.3CuO$
12.....	5,22	45,5	29,9	15,6	10,2	7,5	2,06	» + $SO^4Cu.2CuO$
14.....	5,30	57,5	37,7	19,8	13,3	9,7	2,04	» + $SO^4Cu.2CuO$
16.....	5,37	60	42,30	17,7	14,8	8,8	2,02	» + $SO^4Cu.2CuO$
18.....	5,48	68,5	49,3	19,2	17,2	9,6	2,0	» + $SO^4Cu.2CuO$
20.....	5,64	81	59,3	21,7	20,7	7,6	2,85	» + $SO^4Cu.3CuO$
22.....	5,74	82	65	17	22,6	7,3	2,32	» + $SO^4Cu.3CuO$
24.....	5,94	91	73	18	25,4	7	2,57	» + $SO^4Cu.3CuO$
26.....	6,64	94	81,4	12,6	28,4	6,2	2,03	» + $SO^4Cu.2CuO$
28.....	7,42	94	81,4	12,6	28,4	6,2	2,03	» + $SO^4Cu.2CuO$
30.....	7,95	94	81,4	12,6	28,4	6,2	2,03	» + $SO^4Cu.2CuO$
				Cu[Cu$(OH)^2$].				
40.....	9,34	99	28	71	9,8	traces	—	Hydrocarbonate + hydrate

Il est évident, dès lors, que, si nous versons le SO^4Cu dans CO^3Na^2 à l'inverse de ce que nous avons fait jusqu'ici, le CO^2 se trouvant en milieu alcalin restera dissous; de cette façon, il y aura davantage de bicarbonate de cuivre formé et moins de cuivre précipité. C'est ce que nous avons vérifié pour les deux points principaux de la courbe.

		Carbonate de soude dans sulfate de cuivre.	Sulfate de cuivre dans carbonate de soude.
20$^{cm^3}$ sulfate de Cu 20$^{cm^3}$ carbonate de Na	donnent...	81^{mg} de Cu précipité	73^{mg},5 de Cu précipité
20$^{cm^3}$ sulfate de Cu 28$^{cm^3}$ carbonate de Na	donnent...	94^{mg} de Cu précipité	90^{mg} de Cu précipité

Enfin, nous avons voulu voir quels étaient les composés précipités dans les deux cas précédents (20–20, 20–28), lorsque l'équilibre était atteint. Nous avons trouvé, au bout de 4 jours pour les proportions indiquées :

	$SO^4Cu.5H^2O$.	CO^3Na^2.	Cu total précipité.	Cu (CO^2).	Cu(SO^4).	$\frac{Cu(SO^4)}{SO^4}$.
I..........	20$^{cm^3}$	20$^{cm^3}$	92^{mg}	20^{mg}	72^{mg}	31
II..........	20$^{cm^3}$	28$^{cm^3}$	100^{mg}	100^{mg}	0^{mg}	—

Précipités formés. — I, hydrocarbonate + $SO^4Cu\,4CuO$ dominant; II, hydrocarbonate pur.

Mais au bout de ce temps, par déshydratation, l'hydrocarbonate a donné de la malachite.

Il ressort des essais que nous venons de décrire que la composition chimique d'une bouillie cuprique bourguignonne est sous la dépendance très étroite du pH du milieu, chaque composé insoluble de cuivre ne pouvant exister qu'entre certaines limites de l'acidité ionique.

CHIMIE AGRICOLE. — *La détermination des cendres de mélasses par la conductibilité électrique* (¹). Note de MM. **Émile Saillard** et **R. Saunier**, présentée par M. P. Viala.

Il y a, en France, 108 fabriques de sucre qui, en 1930-1931, ont produit plus de 1 million de tonnes de sucre. Tous les ans, nous analysons les mélasses d'un certain nombre de fabriques de sucre (cette année : les mélasses de 72 sucreries). Nous y dosons : la matière sèche (étuve à 105°-110°), le sucre par le polarimètre, les cendres sulfatées, l'azote total, les sucres réducteurs éventuels, la chaux, l'acide sulfureux, la coloration, le pH.

Le dosage des cendres est fait par incinération, en présence d'acide sulfurique. Les cendres sulfatées ainsi obtenues sont multipliées par 0,9 : c'est donc un dosage conventionnel, qui est employé dans tous les pays du monde et qui rend de très grands services en pratique.

La pureté représente le sucre pour 100ᵍ de matière sèche ; le quotient salin représente la quantité de sucre pour une partie de cendres sulfatées.

Tout ce qui, dans la matière sèche, n'est pas sucre ni cendres sulfatées, est désigné sous le nom de matières organiques : ce sont donc des matières organiques conventionnelles.

Les 72 mélasses de 1932-1933 nous ont donné les résultats moyens suivants :

Matière sèche pour 100ᵍ	78,77
Sucre pour 100ᵍ (par polarisation)	50,73
Cendres sulfatées × 0,9	9,82
Matières organiques conventionnelles	18,22
Pureté	64,43
Quotient salin	5,18

(¹) Voir *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1335.

Sur les mélasses de 1926-1927, de même que sur les mélasses de 1932-1933, nous avons fait aussi la détermination des cendres par la méthode de conductibilité ou de résistance électrique.

Nous avons indiqué dans notre Communication (*loc. cit.*) comment nous faisons ces déterminations et comment est construit l'appareil dont nous nous servons.

Nous sommes partis de solutions de mélasse contenant 1^g de cendres sulfatées pour 100^{cm^3}, soit environ 10^g de mélasse pour 100^{cm^3} (solution A).

Nous avons préparé des solutions plus diluées en partant respectivement de 50^{cm^3}, 20^{cm^3}, 10^{cm^3}, 5^{cm^3}, 2^{cm^3} de solution A qui ont été amenées respectivement à 100^{cm^3} avec de l'eau distillée. La composition des solutions diluées a été déduite par le calcul de la composition des solutions (A). La résistance électrique est exprimée en ohms.

Voici donc les résultats moyens que nous avons obtenus en opérant sur ces solutions :

	Pour 100^{cm^3}.				
	Cendres sulfatées $\times 0,9$ (c).	Sucre.	Matières organiques conventionnelles.	Résistance en ohms (r).	Produit $c \times r$.
Solution de mélasse (A)......	1	5,37	1,85	21,7	21,7
50^{cm^3} sol. (A) amenés à 100^{cm^3}.	0,50	2,68	0,92	37	18,5
20 »	0,20	1,07	0,37	85	17,0
10 »	0,10	0,53	0,18	154	15,4
5 »	0,05	0,26	0,09	307	15,3
2 »	0,02	0,11	0,0036	732	14,64

Si l'on fait un graphique, portant les cendres pour 100^{cm^3} en abscisses et les résistances (en ohms) en ordonnées, on obtient une courbe dont le produit de chacun des points aux deux axes perpendiculaires va en diminuant à mesure que la teneur en cendres diminue; cependant, pour une partie de la courbe correspond à la teneur en cendres 0,10-0,05 pour 100, le produit des cendres par la résistance est sensiblement une constante, soit 15,35.

Nous avons donc fait la détermination des résistances électriques sur des solutions de mélasse contenant environ 1 pour 100 de mélasse, soit environ 0,08 à 0,10 de cendres pour 100^{cm^3}, en appliquant la constante 15,35 et cela pour les 72 mélasses de 1932-1933. Nous avons obtenu les résultats moyens suivants que nous mettons en regard de ceux donnés par l'incinération sulfurique :

Teneur en cendres par conductibilité électrique.......... 9,75 pour 100.
« par incinération sulfurique........... 9,82 pour 100.

Quant aux écarts maxima, ils se sont élevés à 0,25 pour 100, et cela pour quelques mélasses seulement : c'est là un écart négligeable.

On peut donc se servir de la conductibilité électrique pour déterminer les cendres des mélasses.

Les mélasses de sucrerie de betteraves contiennent presque toujours environ 8 à 10 pour 100 de cendres sulfatées, 18 à 20 pour 100 de matières organiques conventionnelles et 45 à 50 pour 100 de sucre.

Le produit $c \times r$ est autre pour les produits sucrés plus purs, accusant un quotient salin plus élevé, et cela pour des solutions contenant les mêmes quantités de cendres sulfatées pour 100^{cm^3}. Il est plus élevé, en particulier, pour les jus de betteraves (voir *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1335).

Mais, pour un même poste de travail dans une même usine, les produits sucrés accusent une pureté et un quotient salin qui présentent peu de variations. On peut déterminer le produit $c \times r$ à appliquer pour chacun des postes de travail.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la base de l'aile chez les Insectes. Formations pseudocostales et transverses.* Note de M. **P. Vignon**, présentée par M. L. Bouvier[1].

Basalement, la nervure costale C est bordante. Elle commence dans des parties molles, et souvent différencie la basicostale B*c* de Séguy[2] (*fig.* 1 et 3). Le plafond de la sous-costale S*c* forme une pièce « pseudocostale » (P*sc*, *fig.* 1 et 3), qui, chez beaucoup d'Orthoptères, chez les Coléoptères, les Odonates, engendre une nervure « pseudocostale », rejoignant plus ou moins vite le bord costal (*fig.* 2). La base de la radiale R forme une voûte, large chez les Diptères, étroite chez les Hyménoptères, plus ou moins détruite chez les Coléoptères. Elle est soudée proximalement à l'articulaire thoracique A*x*, et souvent développe, sur l'arrière, une apophyse en crosse (*fig.* 2 et 3). Quand la crosse manque, on voit plonger la jonction basse radio-anale (*fig.* 1). A l'extrémité postérieure de la crosse s'unit l'apophyse antérieure de la première anale 1 A (*ap*, *fig.* 2 et 3), donnant insertion à un muscle (*mu*, *fig.* 3) qui replie l'aile.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1517.

(2) *Faune de France*, 13, *Diptères* (*Brachycères*), 1926, p. 194, fig. 492.

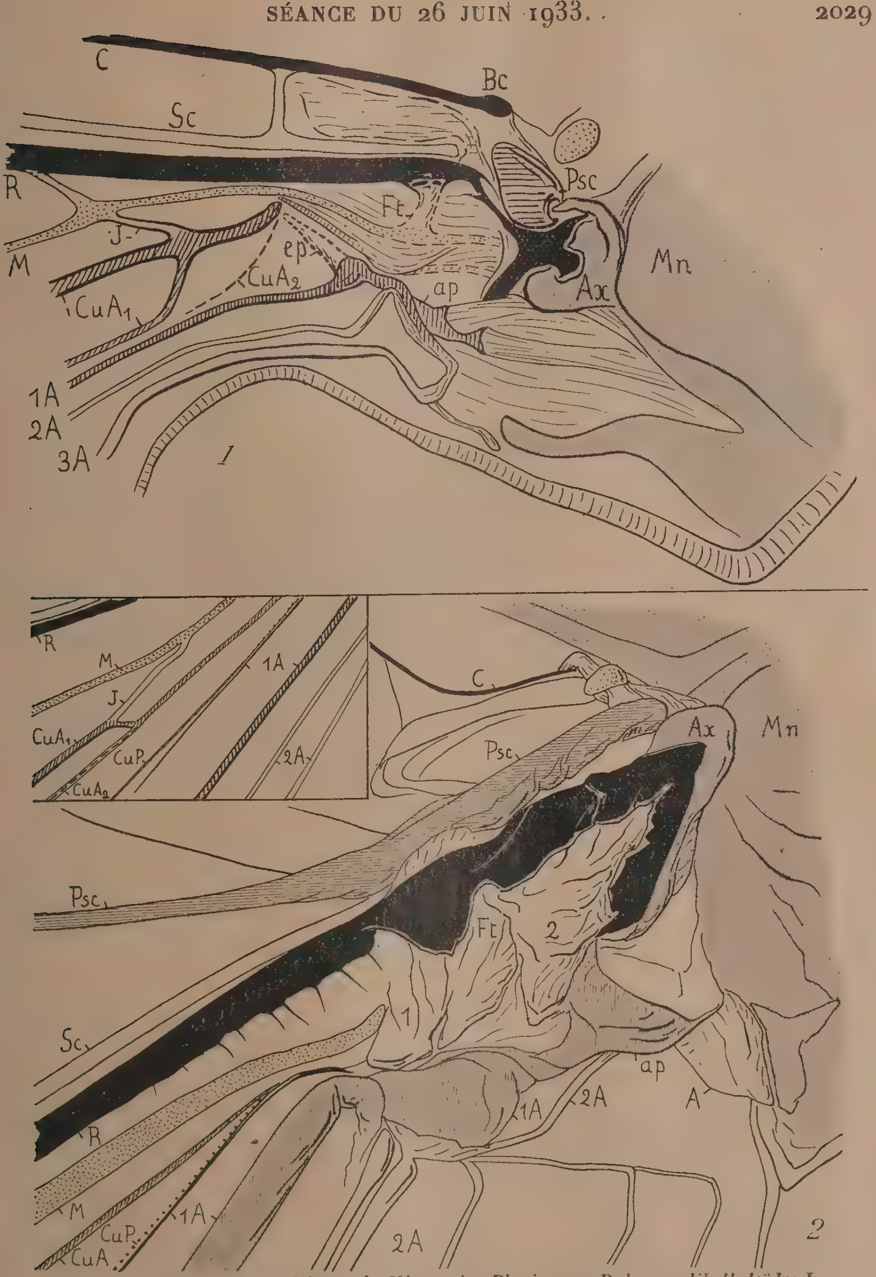


Fig. 1. — Base de l'aile antérieure du Névroptère Planipenne *Palpares libelluloïdes* L.
Fig. 2. — Sauterelle Mécopodinée *Pseudophyllanax imperialis* Montr. Base de l'aile postérieure, dilatée de l'avant comme l'élytre.

Chez les ailes pliantes, des « formations transverses » F*t* croisent souvent les veines médiane et cubitale (*fig.* 1). En se développant, elles détruisent les bases de ces nervures (*fig.* 2 et 3) On y distinguera souvent une région distale 1 et une région proximale 2 : celle-ci renforçant la jonction



Fig. 3. — Base de l'aile antérieure du Papillon Hépialidé *Chaargia mirabilis* Roths. ♂.

radio-anale. Ces dispositifs soutiennent l'arrière de l'aile : ce à quoi, souvent, 1 A contribue en formant, sur l'avant, un épi (*ep*, *fig.* 1 et 3). Une soudure radiocubitale, qui coupe la médiane et supprime le pont médiocubital J, aide à ce renforcement chez les Hyménoptères, les Papillons (*fig.* 3). J se voit figure 1. Très distal chez les Sauterelles (*fig.* 2, en cartouche), il est proximal, et renforce la base de l'aile, chez les Coléoptères.

PHYSIOLOGIE. — *La thermorégulation du travail. Rapports de ses courbes avec celles du repos.* Note (1) de MM. **J. Lefèvre** et **A. Auguet**, transmise par M. d'Arsonval.

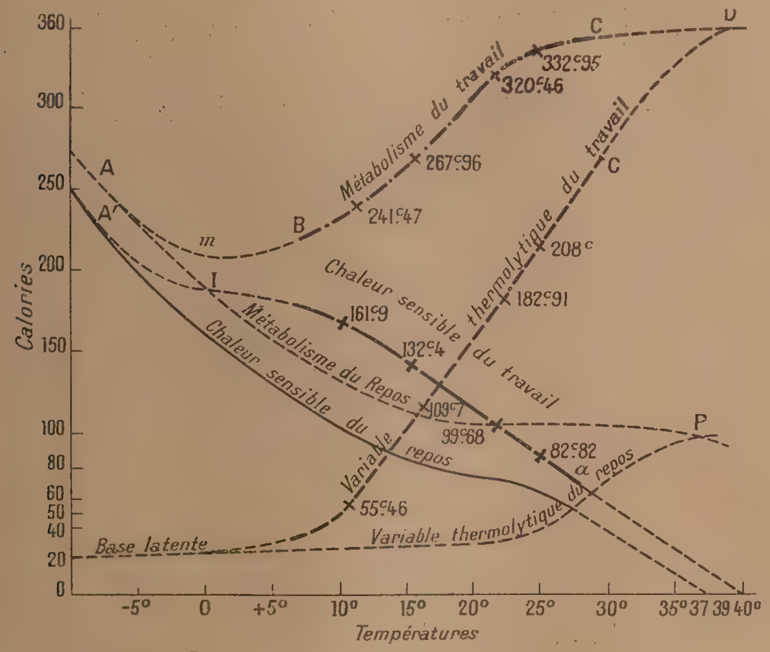
Comme suite à l'étude de la thermorégulation chez l'homéotherme au repos (2), voici celle de la thermorégulation du travail. Nous indiquerons

(1) Séance du 15 mai 1933.

(2) A. Auguet et J. Lefèvre, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 488.

seulement les résultats et les courbes obtenus, ainsi que les lois essentielles qui s'en dégagent, la description des expériences ayant été donnée dans une Note précédente (¹) :

Température des expériences.	Chaleur sensible (q).	Chaleur latente (q').	Isotherme de travail pour calcul de c.	Métabolisme du travail $M = q + q' + c$ (²).
°	cal	cal	° °	cal
11	161,98	55,46	37,95–38,00	241,47
16	132,42	109,70	38,05–38,10	267,96
22	99,68	182,91	38,35–38,40	320,46
25	82,82	207,56	38,50–38,55	332,95



Courbes du travail q, q' et M et courbes correspondantes du repos.

Du tableau et des courbes qui précèdent découlent les lois suivantes, dont les unes, concernant le jeu de la machine vivante aux diverses températures, sont *biodynamiques* et les autres, relatives aux conditions d'équilibre de sa propre température, sont *thermorégulatrices*.

(¹) J. Lefèvre et A. Auguet, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 819.

(²) Le métabolisme ou production calorique du travail est la somme des déperditions sensible et latente $q + q'$ et de la chaleur de réserve c que le corps retient pour élever sa température normale de repos jusqu'à l'isotherme du travail.

Lois biodynamiques. — 1° *Le travail de la machine vivante est plus économique au froid qu'au chaud.* Cette loi précédemment établie par nous (¹) se complète par les suivantes :

2° En travaillant la machine vivante élève sa température jusqu'à l'isotherme du travail, d'autant plus haute que la température extérieure est plus forte.

3° Le travail le plus économique est donc celui qui se fait sur l'isotherme la plus voisine de la température normale du corps.

4° *Plus, par voie réflexe, la chaleur externe déprime le tonus musculaire, plus le corps s'échauffe au-dessus de sa température normale, pour atteindre l'isotherme capable d'exciter, par voie directe, ce tonus à la grandeur exigée par le travail* (²).

Lois thermorégulatrices. — 1° Dans le travail, *la neutralité thermique* (température où le corps ne lutte ni contre le froid, ni contre le chaud) se trouve rejetée plus bas vers le froid et la zone de chaud qui, au repos, s'arrêtait entre 22° et 25° *peut descendre à 0° et au-dessous, jusqu'aux très basses températures.*

2° Les chaleurs sensible et latente se développent en ligne droite jusqu'à ces basses températures, comme dans la zone de chaud du repos.

3° Tandis qu'au repos ces mêmes chaleurs sont symétriques dans la zone de chaud (l'une gagnant tout ce que l'autre perd), dans le travail, au contraire, la pente montante de la variable thermolytique devient beaucoup plus rapide que la pente descendante de la sensible.

4° *Il résulte que dans le fort travail, la chaleur latente peut représenter* 65 *à* 70 pour 100 *de la chaleur totale.*

5° Quand la température extérieure atteint et dépasse 25°, le métabolisme s'infléchit vers l'horizontale et tend vers une limite, où la variable thermolytique vient le rejoindre tandis que la chaleur sensible s'annule.

6° Lorsque la température extérieure s'abaisse à 10° et au-dessous, le métabolisme tend encore vers l'horizontale, tandis que la sensible et la variable thermolytique diminuent leurs pentes inverses, l'une vers l'inflexion I, l'autre pour s'appuyer sur la base latente.

Raccordement des courbes du travail et du repos. — 1° Le métabolisme du travail passe, vers 0°, par un *minimum m* (représentant la température

(¹) *Loc. cit.*

(²) C'est pourquoi le travail paraît de plus en plus facile à mesure que la température du corps monte vers l'isotherme.

limite ou neutralité thermique) et se relève ensuite en mA ([1]) pour se raccorder vers — 5° avec la courbe du repos.

2° La sensible ne différant plus, dans cette zone, du métabolisme que d'une constante égale à la base latente suit le trajet A'I parallèle au trajet Am, dont elle ne se sépare qu'en face du minimum m et du départ de la variable thermolytique.

3° Enfin cette dernière, diagonale jetée entre la base latente (à la neutralité) et le métabolisme du travail (à l'isotherme), assure les frais de la thermorégulation, réglant son jeu à tout moment et à toutes températures pour l'équilibre isothermique.

Tels sont les résultats de nos recherches dans un domaine jusqu'ici à peu près inexploré.

PHYSIOLOGIE. — *Évolution de l'avitaminose* B *totale chez le Pigeon dans ses rapports avec la digestibilité et la nature des protéides du régime.* Note de M. **Raoul Lecoq**, présentée par M. E. Leclainche.

Mme L. Randoin et R. Lecoq ont établi que les divers glucides introduits à fortes doses dans la ration du Pigeon influencent différemment l'évolution de l'avitaminose B totale ([2]). La rapidité d'apparition des crises polynévritiques et de la mort des sujets apparaît non seulement en rapport avec la nature de ces glucides, mais encore avec la rapidité de leur absorption intestinale. D'ailleurs, en l'absence de vitamines B, les survies des Pigeons se trouvent nettement abrégées quand on ajoute une dose suffisante de diastase (amylase) à une ration comportant une grande proportion d'amidon ou de fécule ([3]).

Plus récemment, nous avons montré que les vitamines B sont également indispensables à l'utilisation des protéides et des lipides ([4]), en opposition avec les observations de Funk et Dubin ([5]) et de Mme L. Randoin et H. Simonnet ([6]) qui attribuent à ces deux groupes d'aliments une action

([1]) Zone où le froid est devenu assez fort (— 2°, — 3°) pour que la perte calorique, dépassant la chaleur du travail, impose à celle-ci sa loi de croissance accélérée vers les basses températures.

([2]) Mme L. Randoin et R. Lecoq, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1347.

([3]) Mme L. Randoin et R. Lecoq, *Journ. Pharm. et Chim.*, 6, 1927, p. 34.

([4]) R. Lecoq, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1267; 195, 1932, p. 827.

([5]) C. Funk et H. E. Dubin, *Science*, 52, 1920, p. 447.

([6]) Mme L. Randoin et H. Simonnet, *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 700.

d'épargne sur la quantité de vitamines B exigée normalement par l'organisme. Cette différence d'interprétation, nous semblant liée — du moins en ce qui concerne les protéides — à la digestibilité et à la nature des substances mises en œuvre, nous avons essayé d'en fournir la preuve.

I. C'est à l'aide de régimes à base de peptone de muscle, substance rapidement assimilable (obtenue par action de la pepsine ou de la pancréatine sur le muscle de bœuf), que nous avons établi la nécessité des vitamines B dans l'utilisation par l'organisme des protéides. Dans une nouvelle série d'expériences, nous avons opposé à cette peptone de muscle la poudre de muscle (non peptonisée) seule ou additionnée de doses plus ou moins fortes de pepsine.

Des Pigeons adultes de 350^g recevaient, comme d'ordinaire, par gavage, à la dose de 20^g par jour, des rations dont la composition centésimale était :

Poudre de muscle ou peptone, 82; graisse de beurre, 4; mélange salin d'Osborne et Mendel, 4; agar-agar, 2; papier filtre, 2; la pepsine était substituée à la poudre de viande à raison de 8 ou 16 parties.

Ces rations, toutes privées de vitamines B, donnèrent respectivement les survies suivantes :

Régime à base de peptone de muscle	20 à 35 jours
» de poudre de muscle	> 4 mois
» de poudre de muscle + 8 parties de pepsine	> 4 mois
» » + 16 parties de pepsine	> 4 mois.

La poudre de muscle, moins rapidement assimilée par l'intestin que la peptone correspondante, exerce donc bien, du fait de sa moindre digestibilité, une influence retardatrice sur l'évolution de l'avitaminose B totale; mais les résultats obtenus avec la pepsine et la poudre de muscle se montrent différents de ceux obtenus antérieurement avec la diastase et les divers amidons. L'action de la pepsine sur la poudre de muscle est en effet *trop lente* (¹) pour qu'elle puisse intervenir de façon sensible *in vivo* avant l'action propre des enzymes des sucs digestifs du Pigeon.

II. Une modification suffisante des protéides par la pepsine ne pouvant être obtenue efficacement qu'*in vitro*, nous avons utilisé, dans une nouvelle série d'essais, diverses substances azotées ou protides naturels (fibrine,

(¹) Tel qu'il est inscrit au *Codex* de 1908, l'essai d'activité de la pepsine prévoit une durée d'action 6 *fois supérieure* à celle de la diastase.

poudre de muscle, ovalbumine), comparant leur action à celle des peptones qui leur correspondent.

A cet effet, nous avons eu recours au régime ci-après :

Protéides purifiés, 50; graisse de beurre, 6; huile d'olive, 23; mélange salin, 6; agar-agar, 10; papier filtre, 3; paraffine, 2; lequel doit être administré par gavage aux Pigeons adultes à la dose de 15g.

Quelle que soit la nature des protides utilisés, ce régime privé de vitamines B n'a pas empêché l'apparition des crises de polynévrite ni la mort des animaux. Toutefois, la durée de la survie, nettement prolongée en certains cas, est toujours en faveur des protides non peptonisés, l'accroissement de digestibilité entraînant une plus grande rapidité d'évolution de l'avitaminose B. On en jugera par les résultats suivants :

Régime à base de fibrine	40 à 70 jours
» de peptone de fibrine	25 à 40 »
» de muscle	70 à 100 »
» de peptone de muscle	20 à 35 »
» d'ovalbumine	90 à 120 »
» de peptone d'ovalbumine	17 à 30 »

L'adjonction de levure de bière (bonne source de vitamines B) en quantité satisfaisante, soit à titre préventif, soit à titre curatif, suffit dans tous les cas à rendre le régime complet et à éviter ainsi toutes manifestations polynévritiques.

Conclusions. — I. L'influence des protéides sur l'évolution de l'avitaminose B chez le Pigeon est donc bien démontrée.

II. La quantité de vitamines B exigée par l'organisme pour l'utilisation de ces protéides paraît en rapport avec la rapidité de l'absorption intestinale conditionnant leur digestibilité, et aussi avec la nature de ces protéides.

III. Non peptonisés, les protides naturels sont susceptibles d'exercer, au même titre que les amidons, mais plus nette encore, une action d'épargne sur les vitamines B fournies par la ration.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les réactions colorées de la vitamine C.* Note de MM. **N. Bezssonoff** et **A. Delire**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La coloration bleue que donne l'acide

$$(MoO^3)(TuO^3)^{17}(T^2O^5).(H^2O)^{24} \quad (^1)$$

en présence de la vitamine C correspond à une réduction irréversible et possède un caractère chimique défini. La même coloration se produit quand trois molécules de l'acide réagissent avec une molécule d'hydroquinol ou de pyrocatéchol. Le jus de citron éprouvé en concentrations variées se conduit comme une solution 1/3 N/100 de ces diphénols. Le tanin, le gaïacol, le pyrogalol, l'acide caféique donnent une coloration jaune brun. Une teinte intermédiaire est donnée par l'esculétol en accord avec la structure de ce composé, étudié en 1924 par Gabriel Bertrand et Djoritch ([2]). Bien que les extraits antiscorbutiques manifestent toujours la faculté de donner la réaction bleue qui faiblit ou disparaît après destruction de la vitamine C, Bezssonoff ne l'a jamais considérée comme strictement spécifique. Par contre Tillmans (1928-1933) pense doser avec sûreté la vitamine C dans les jus végétaux et l'identifier avec l'acide ascorbique (hexuronique) de Szent-Gyorgyi, en recourant à une réduction réversible, la décoloration du 2-6 chlorphénolindophénol. Indice d'un potentiel d'oxydo-réduction (Clark 1928) voisin d'ailleurs de celui qui caractérise la réaction Bezssonoff, cette décoloration pouvait-elle permettre un dosage direct du réducteur inconnu ?

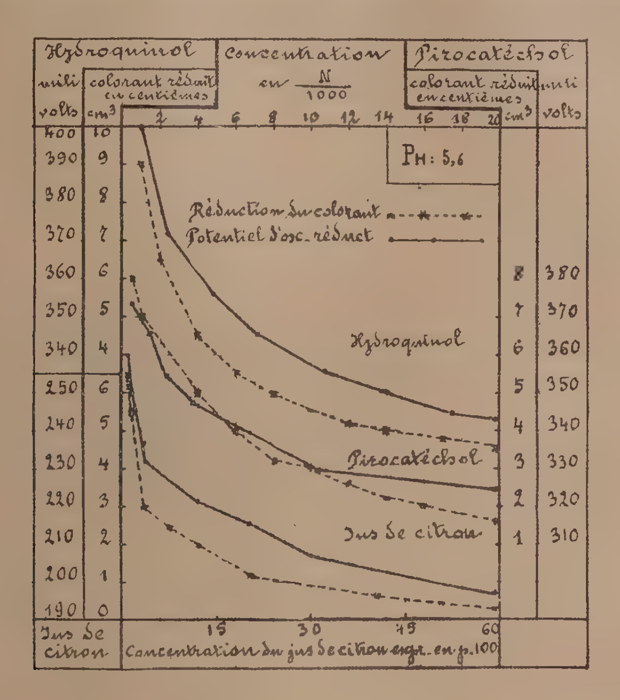
Afin de le vérifier, nous étudiâmes l'influence de *la concentration* d'un réducteur hydroquinol, pyrocatéchol, jus de citron, sur la décoloration du dichlorphénol-indophénol. Ce dernier dilué au N/1000 était ajouté à 10^{cm^3} de la solution du réducteur jusqu'à apparition d'une teinte nette et persistante. Des courbes de titrations furent obtenues en plaçant sur l'ordonnée les nombres de centièmes de centimètre cube du colorant réduit par $2^{mg},18$ d'un diphénol ou par 1^{cm^3} de jus de citron et sur l'abscisse les concentrations de ces corps réducteurs.

([1]) Bezssonoff, *Comptes rendus*, **173**, 1921, p. 466; **182**, 1926, p. 1223; *Bull. Soc. Chim. biol.*, **4**, 1922, p. 83; **11**, 1929, p. 234.

([2]) *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1233.

M. Reiss a déterminé, opérant en présence d'air, le potentiel de réduction (EH) des mêmes solutions non additionnées de colorants (voir le graphique).

Ainsi, des quantités différentes du colorant sont réduites par la même



quantité d'un réducteur éprouvé en concentrations diverses et cela en accord avec le changement de leurs potentiels d'oxydo-réduction. Ceci expliquerait déjà la discordance fréquente que l'on constate entre le résultat d'épreuves biologiques et les chiffres de Tillmans. Notons en outre que la décoloration du dichlorphénolindophénol considérée uniquement comme une réaction qualitative s'avère peu spécifique. De même que la réaction bleue de Bezssonoff, elle se produit dans le jus de choucroûte et certaines urines, liquides privés d'action antiscorbutique. Mais tandis que la réaction bleue ne s'observe que dans les urines de sujets absorbant la vitamine C, une décoloration intense du dichlorphénolindophénol se manifeste parfois dans l'urine des malades. Il est possible que l'acide ascorbique, qui d'après sa configuration (Micheel, 1933) doit provoquer la réaction de Bezssonoff, détermine la décoloration du dichlorphénolindophénol par les jus végétaux.

Mais, pour le prouver, il faudrait identifier le corps réducteur en établissant une série de courbes de titrations ou encore mieux à l'aide de déterminations électrométriques du pouvoir réducteur de ces jus.

Quant aux données de Tillmans confirmant, d'accord avec Bezssonoff (1921) et Szent-Gyorgyi (1932) et contrairement à Zilva, l'existence d'un lien direct entre l'effet antiscorbutique et les phénomènes de réduction, elles n'en précisent pas la nature.

MORPHOLOGIE MICROBIENNE. — *Les sinusoïdes primaires, à boucles égales, du corps des Spirochétidés.* Note [1] de M. **G. Delamare**, présentée par M. Hyacinthe Vincent.

Technique. — Les couples de boucles + et — ont été prélevés sur des spirochètes en S typique ou inversé et, plus rarement, sur des spirochètes polyspirés, peu ou pas ondulés, les uns et les autres assez minces pour pouvoir être regardés comme linéaires. Les couples ainsi obtenus sont placés horizontalement. On prend, comme abscisse, une horizontale passant au-dessus de la boucle, au-dessous de la boucle + et coupant la courbe en son milieu, comme ordonnées, deux verticales unissant le sommet de chaque boucle au milieu du segment correspondant de l'abscisse. La mensuration de ces coordonnées, de réalisation facile lorsque celles-ci sont longues d'un et, à la rigueur, d'un demi-millimètre, donne la longueur de la courbe et du diamètre du cercle de base. A l'aide de ces données, il est possible de reconstruire la courbe considérée à l'échelle convenable, avec 3 ou 6 ordonnées par boucle et de vérifier si cette courbe agrandie est ou non superposable à une sinusoïde de même type et de mêmes dimensions.

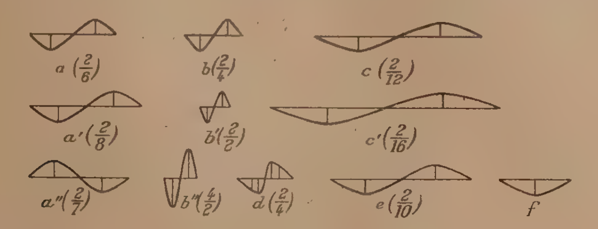
Résultats. — Ils sont consignés dans le tableau ci-annexé ou figurent les plus représentatives des courbes rencontrées au cours de nos investigations. En examinant ce tableau, on est, de prime abord, frappé par le fait qu'à une exception près (d), les courbes susceptibles d'être regardées comme les plus représentatives admettent, pour chacune de leurs boucles, une ordonnée maxima médiane. Il est, par ailleurs. permis de s'assurer que si la courbe d, à ordonnée maxima paramédiane, n'est pas superposable à une sinusoïde, les autres le sont et très exactement.

Deuxième particularité digne de remarque : alors que les ordonnées

(1) Séance du 12 juin 1933.

principales apparaissent constantes, les abscisses se montrent des plus variables, tantôt moyennes, tantôt, et plus souvent, courtes ou longues. Or, l'on démontre que les courbes d'abscisse moyenne (a, a') sont des sinusoïdes *typiques*, les courbes d'abscisse réduite (b, b') ou longue (c, c') des sinusoïdes *raccourcies* ou *allongées*.

A côté de ces trois types fondamentaux, en relations avec la demi-



contraction, la contraction et le relâchement du corps des spirochétidés ainsi que de leurs variétés, sur lesquelles il nous est impossible d'insister ici, prennent place d'autres types d'importance moindre mais non négligeable. Suivant que la boucle — est à gauche ou à droite de la boucle +, l'S est typique (a, b, c, etc.) ou inversé (a''), exactement, en somme, comme dans les projections d'hélices droites ou gauches. Quand la longueur de l'ordonnée principale devient double de celle de l'abscisse, éventualité assez rare représentée en b'', la forme en S disparaît. Il en va de même lorsque les boucles + et — se séparent (e), *a fortiori*, lorsque l'une d'elles apparait isolée (f).

Conclusions. — Abstraction faite de la courbe d, les courbes étudiées sont légitimement assimilables à des sinusoïdes *typiques*, *racourcies* ou *allongées* reconnaissables, dans une certaine mesure, à leur forme et, toujours, très exactement caractérisées par la fraction exprimant les valeurs respectives de l'ordonnée principale et de l'abscisse de l'une de leurs boucles.

L'intérêt évident de ces conclusions suffirait à justifier le recours au système d'axes préconisés pour l'étude des spirochètes en S. Il ne sera néanmoins pas superflu d'ajouter qu'en réalité, la méthode en question peut encore, le cas échéant, inscrire à son actif : a, la détermination de l'axe fournie par l'abscisse; b, la possibilité de couper régulièrement les extrémités; c celle de trouver, sur le cercle de base, un appui supplémentaire aux tangentes menées par les saillants de la courbe (génératrices).

PATHOLOGIE. — *Conclusions d'une étude génétique de la langue plicaturée.* Note de MM. **R. Turpin** et **A. Caratzali**, présentée par M. Ch. Achard.

La dystrophie humaine dénommée langue plicaturée ou langue scrotale est assez fréquente puisque nous avons pu en réunir 92 exemples sur 7231 sujets, soit en moyenne 1,27 pour 100. Sa répartition familiale nous a incités à effectuer son étude génétique. Les résultats de cette étude permettent de conclure que la transmission de cette dystrophie suit les lois de l'hérédité discontinue. Nous ne prétendons pas que nos chiffres représentent la fréquence exacte du caractère en France, d'autant que le total des sujets étudiés se décompose en 6281 Français, 740 Israélites polonais, 210 Roumains, Italiens ou Arabes. Il nous semble que parmi les Israélites de Pologne, l'anomalie est plus fréquente que parmi les Français (19 dystrophies sur 740 sujets), mais nous n'avons pas la preuve statistique de cette assertion.

A. Quand la langue d'un enfant est plicaturée, on retrouve presque toujours cette anomalie chez un de ses parents. Dans 51 des 87 familles que nous avons recueillies, l'un des deux parents et au moins un de ses descendants sont atteints de cette dystrophie. Dans douze familles, l'un des parents est dystrophique, mais tous les descendants ont une langue lisse. Parmi ces familles, la plus grande est de valeur 3. Dans vingt autres familles, les deux parents sont indemnes, mais un de leurs descendants au moins est atteint. Dans quatre familles enfin, les deux parents et tous leurs descendants ont une langue plicaturée. En résumé, 76,3 pour 100 des anormaux ont un parent anormal; 19,3 pour 100 n'ont pas de parent anormal; 4,4 pour 100 ont leurs deux parents anormaux. *Ces résultats sont en faveur de la dominance du caractère.*

B. La fréquence des mariages consanguins parmi les familles que nous avons analysées est de $3,4 \pm 2$ pour 100. C'est un excès très relatif puisqu'en France le nombre des mariages consanguins pour la période 1900-1909 a été de 0,87 pour 100 [1]. D'autre part, en raison de la haute incidence de la langue plicaturée, les mariages consanguins ne seraient pas indispensables à la détermination du phénotype, en admettant que ce carac-

---

[1] Référence prise dans l'article de Hogben (L.), Worral (R. L.) et Zieve (I.), *The genetic basis of alkaptonuria* (*Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, Session 1931-1932, 3, part III, n° 13, p. 264 à 295).

tère soit récessif. *Les résultats de cette étude de la consanguinité ne sont donc pas en faveur de la récessivité.*

C. Nous avons réuni 45 familles issues d'un parent normal et contenant au moins un anormal. En appliquant à nos données la méthode de Bowley et Hogben, nous aurions dû trouver, en cas de détermination unirécessive, $14{,}458 \pm 3{,}238$ familles contenant des anormaux au lieu de 45. *Ce désaccord, réserve faite de quelques critiques qui sont exposées ailleurs* (¹), *est en faveur de la dominance.*

D. En raison de leur nombre trop restreint, les familles issues de deux parents normaux ou de deux parents anormaux n'ont pu nous servir de base à un calcul génétique. Par contre, nous avons pu appliquer aux 51 familles issues d'un parent anormal et d'un parent normal et contenant au moins un anormal, la méthode de Bernstein-Lenz pour le calcul de p et la méthode de Hogben pour le calcul de son erreur standard. Les diverses valeurs de p que nous obtenons par ces calculs se rapprochent toutes de 0,50. Elles concordent avec les valeurs obtenues à l'aide de la méthode directe, et parlent pour *la détermination de la langue plicaturée par un seul gène dominant.*

E. L'étude de la répartition de cette dystrophie selon le sexe nous amène à supposer que *ce gène dominant siège dans un autosome.*

F. La fréquence de l'homozygote dominant apparaît d'après nos calculs $DD = 0{,}0045$ pour 100 et celle de l'hétérozygote dominant $DR = 1{,}292$ pour 100 en posant la fréquence du caractère $N = 1{,}3$ pour 100 et la fréquence du gène $l = 0{,}65$ pour 100. Il ne serait donc pas étonnant que dans nos observations nous n'ayons que des dominants hétérozygotes.

G. Nous avons tenu compte dans ce travail des langues plicaturées des sujets atteints de mongolisme. En effet, nous avons rencontré dans cinq familles entachées de cette maladie des ascendants ou des collatéraux à langue plicaturée. Si le cas de mongolisme n'était pas apparu dans une de ces fratries, nous aurions considéré cette famille. Il n'y a donc pas de raison pour que nous l'éliminions alors qu'un de ces arriérés y est né. En réalité, la langue plicaturée constitue peut-être un phénotype répondant à des génotypes différents suivant que l'individu est entaché ou non de mongolisme.

H. Le rang, dans la fratrie, des sujets à langue plicaturée, l'étude com-

---

(¹) A. Caratzali, *Étude clinique et génétique de la langue plicaturée* (*Thèse*, Paris, 1933).

parée de leurs dates de naissance et des périodes d'activité génitale maxima de leurs mères nous amènent à penser que la détermination du phénotype n'est pas influencée par un facteur externe.

I. Nous n'avons pu déceler le moindre linkage entre la langue plicaturée et un autre caractère constitutionnel, exception faite d'un linkage très vraisemblable avec la gémellité bivitelline, caractère mendélien récessif.

J. Il est possible que le gène dominant idiochromosomique responsable du caractère langue plicaturée soit pléiotrope; sa pléiotropie se manifesterait par des troubles digestifs et de la croissance.

A 16^h l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 40^m$.

E. P.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1932.

EUROPE.

France.

Auxerre. — Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne : *Bulletin*, B 1558.
Avignon. — *Cahiers de pratique médico-chirurgicale*, C 3[2].
Besançon. — *Annales françaises de chronométrie.*
Bordeaux. — Société des sciences physiques et naturelles : *Procès-verbaux des séances*, P 642.
Le Mans. — Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe : *Bulletin*, B 1735.
Lille. — Facultés catholiques : *Mémoires et travaux publiés par des professeurs*, M 588[1].
— *Information médicale (L')*.
Marseille. — Musée colonial : *Annales*, A 865.
— *Journal des Observateurs*, J 607.
— *Marseille médical*, M 46.
— *Provence médicale.*
Montpellier. — École nationale d'agriculture : *Annales*, A 853 *bis*.
Mulhouse. — Société industrielle : *Bulletin*, B 1634.
Nice. — Association des mutilés de guerre de l'oreille et de tous les déficients de l'ouïe : *Revue de l'ouïe*, R 1242[2].
Paris. — Académie d'agriculture de France : *Comptes rendus hebdomadaires des séances*, B 1861.
— Académie de médecine : *Bulletin*, B 894.
— Académie des sciences : *Annuaire*, I 235 ; *Comptes rendus hebdomadaires des séances*, C 758.
— Association amicale des anciens élèves de l'École centrale des arts et manufactures : *Annuaire*, A 1280 ; *Bulletin*, B 914.

---

(1) Cote de l'*Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris*. Paris, Masson, 1924-1925 ; 4 fasc. 23^{cm}. Les cotes du supplément de cet *Inventaire* portent un indice.

Paris. — Association amicale de secours des anciens élèves de l'École Normale supérieure : *Annuaire*, A 2386.

— Association amicale des élèves de l'École nationale supérieure des mines : *Annuaire*, A 1281 ; *Bulletin*, B 916.

— Association de documentation scientifique, industrielle et commerciale : *Bulletin*, A 2283.

— Association de la presse médicale française : *Bulletin*, B 922[1].

— Automobile Club de France : *Bulletin officiel*, A 2603.

— Banque de France : *Assemblée générale des actionnaires*, B 14[1].

— Bureau des Longitudes : *Annuaire*, A 1370.

— Compagnie d'assurances générales (vie et incendie) : *Compte rendu à l'Assemblée générale des actionnaires.*

— Compagnie des chemins de fer du Midi : *Comptes de l'exercice; Rapport du Conseil d'administration*, R 71.

— Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans : *Rapports du Conseil d'administration et de la commission de vérification des comptes*, R 57.

— Compagnie du Soleil (Société anonyme d'assurances) : *Compte rendu des opérations.*

— Compagnie universelle du canal maritime de Suez : *Canal de Suez (Le)* ; *Compte de l'exercice.*

— Congrès des sociétés savantes : *Circulaire et programme ; Discours prononcés à la séance de clôture.*

— Conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine : *Comptes rendus des séances*, C 742.

— École Normale supérieure : *Annales scientifiques*, A 1120.

— Énergie électrique du nord de la France : *Assemblée générale ordinaire.*

— Établissements Kuhlmann : *Compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire.*

— Exposition coloniale internationale : *Revue des Congrès.*

— Exposition coloniale internationale. Indochine française. Service météorologique : *Atlas ; Section des sciences.*

— Fédération internationale du bâtiment et des travaux publics : *Notes périodiques.*

— Fondation Thiers : *Annuaire*, A 1347.

— Hôpital Saint-Michel : *Bulletin.*

— Institut de physique du globe. Station séismologique : *Bulletin séismique.*

— Institut des actuaires français : *Bulletin trimestriel*, B 1014.

— Institut des recherches agronomiques : *Annales des Épiphyties*, A 1090.

— Institut Henri Poincaré : *Annales.*

— Institut national agronomique : *Annales*, A 872.

— Institut national d'agronomie coloniale : *L'Agronomie coloniale*, M 908.

— Institut océanographique : *Annales*, A 873.

— Institut Pasteur : *Annales*, A 874.

— Ministère de la marine : *Annuaire de la Marine*, A 1355.

— Ministère du commerce : *Bulletin officiel de la propriété industrielle et commerciale*, C 98 ; *Rapport général.*

— Observatoire de Paris : *Bulletin astronomique*, B 854.

— Office international d'hygiène publique : *Bulletin mensuel*, B 1042.

PARIS. — Office national météorologique de France : *Bibliographie météorologique*, B 2247 ; *Bulletin mensuel*, B 2247 ; *Bulletin quotidien de l'Afrique du Nord ; Bulletin quotidien de renseignements*, B 2476[1] ; *Bulletin quotidien d'études*, B 2475[1] ; *Climatologie aéronautique; Mémorial*, M 677 *bis*[1].

— Société amicale de secours des anciens élèves de l'École polytechnique : *Annuaire*, A 1291 et 1550 ; *Bulletin*.

— Société amicale des ingénieurs de l'École supérieure d'électricité : *Annuaire*.

— Société anonyme Philips. Bureau d'études : *Bulletin technique Philips*.

— Société astronomique de France : *L'astronomie*, A 2471.

— Société commerciale française au Chili : *Trente-huitième Assemblée générale ordinaire*.

— Société de géographie : *La géographie*, G 233.

— Société de médecine de Paris : *Bulletins et mémoires*, B 1462 *bis*.

— Société d'encouragement pour l'industrie nationale : *Bulletin*, B 1296.

— Société des anciens élèves des Écoles nationales d'arts et métiers : *Arts et métiers*, B 2506.

— Société des ingénieurs civils de France : *Annuaire*, A 1403 ; *Mémoires et Compte rendu des travaux*, M 583 ; *Procès-verbaux des séances*, P 631.

— Société des missions étrangères : *Annales*.

— Société française de navigation aérienne : **La Science aérienne** (1).

— Société française de photographie et de cinématographie : *Bulletin*, B 1608.

— Société française des constructions Babcock et Wilcox : *Bulletin technique*.

— Société française des électriciens : *Bulletin*, B 1644.

— Société française Hispano-Suiza : *Revue et Bulletin technique*.

— Société géologique de France : *Bibliographie des sciences géologiques*, B 245[1] ; *Bulletin*, B 1619 ; *Compte rendu sommaire des séances*, C 767 ; *Mémoires*, M 535.

— Société nationale d'horticulture de France : *Bulletin mensuel*, A 952.

— Société philomathique : *Bulletin*, B 1836.

— Société de secours des amis des sciences : *Annuaire*, C 679.

— Touring-Club de France : *Revue mensuelle*, R 1484.

— Union sociale d'ingénieurs catholiques : *Annuaire ; Écho*, E 18.

— Université : *Livret de l'étudiant*, A 92.

— Urbaine (L') (Compagnie anonyme d'assurances contre l'incendie) : *Comptes rendus des opérations*.

— *Annales de chimie*, A 832.

— *Annales de géographie*, A 837.

— *Annales de physique*, A 832.

— *Annales des ponts et chaussées*, *Partie administrative*, *Partie technique*, A 1473.

— *Anthropologie (L')*, M 129.

— *Archives de médecine et de pharmacie navales*, A 2134.

— *Bulletin des sciences mathématiques*, B 1843.

— *Chaleur et industrie*, C 202.

— *Chimie et industrie*, C 342.

---

(1) Le titre des périodiques nouvellement créés est inscrit en caractères gras.

PARIS. — *Cité moderne (La).*
— *Danger aérien (Le) et aéro-chimique.*
— *Enseignement (L') mathématique*, E 278.
— *Études (Les).*
— *Galvano.*
— *Gazette des hôpitaux civils et militaires*, L 27.
— *Journal d'agriculture pratique et journal de l'agriculture*, M 90.
— *Journal de chimie physique*, J 368.
— *Journal de pharmacie et de chimie*, B 1787.
— *Mémorial de l'artillerie française*, M 677 *bis*.
— *Nature (La)*, N 52.
— *Presses universitaires de France.*
— *Progrès (Le) médical*, P 684.
— *Revue d'acoustique.*
— *Revue des combustibles liquides*, R 1214.
— *Revue des roulements à billes*, R 1256[1].
— *Revue du génie militaire*, R 1288.
— *Revue générale de l'électricité*, L 183.
— *Revue générale des sciences pures et appliquées*, R 1362.
— *Revue maritime*, R 1025.
— *Revue scientifique illustrée* (revue rose), R 1216.
— *Technique (La) moderne*, T 50.
— *Tribune (La) médicale*, T 515.
ROUEN. — Société industrielle : *Bulletin*, B 1636.
SAINT-ÉTIENNE. — *Revue de l'industrie minérale*, R 1123.
SAINT-SERVAN. — Laboratoire maritime du Muséum national d'histoire naturelle : **Bulletin.**
STRASBOURG. — Union géodésique et géophysique internationale, section de séismologie Bureau central séismologique international : *Publications*, P 839 ; *Travaux scientifiques.*
— Université. Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine : **Mémoires.**
TALENCE. — Observatoire : *Bulletin*, B 1032.
TOULON. — *Côte d'Azur (La) médicale*, C 1049[1].
TOULOUSE. — Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres : *Mémoires*, H 74.

Allemagne.

BERLIN. — Preussische Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen*, M 944 ; *Revue semestrielle des publications mathématiques ; Sitzungsberichte*, B 192.
— *Forschungen und Fortschritte*, F 101[1].
— *Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern.*
BREMEN. — Meteorologisches Observatorium : *Deutsches meteorologisches Jahrbuch* : E 351.
DRESDE. — Wissenschaftliche Forschungsberichte : *Natürwissenschaftliche Reihe.*

GÖTTINGEN. — Gesellschaft der Wissenschaften : *Nachrichten*, N 5.
HALLE. — Kaiserlich leopoldinische deutsche Akademie der Naturforscher : *Nova Acta*.
— *Draht-Welt*.
HANOVRE. — Deutsche Gesellschaft für chemisches Apparatewesen : *Achema*.
HEIDELBERG. — Bädische Landes Sternwarte : *Veröffentlichungen*, V 107.
IENA. — *Zeiss Nachrichten*.
LEIPZIG. — Sächsische Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen der mathematisch-physischen Klasse*, A 44 ; *Berichte über die Verhandlungen*, B 185.
MÜNCHEN. — Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung : *Sitzungsberichte*, J 122.
— Sternwarte : *Veröffentlichungen der Erdphysikalischen warte*.
POSTDAM. — Astrophysikalischen Observatoriums : *Publikationen*, P 815.

Autriche.

WIEN. — Akademie der Wissenschaften : *Almanach*, A 427 ; *Sitzungsberichte*, S 358.

Belgique.

BRUXELLES. — Académie royale de médecine de Belgique : *Bulletin*, B 899 ; *Mémoires couronnés et autres mémoires*, M 440.
— Institut international de physique Solvay : *Rapports et discussions du sixième Conseil de physique*.
— Ministère de l'agriculture : *Bulletin du Jardin botanique de l'État*, B 1995.
— Musée royal d'histoire naturelle de Belgique : *Bulletin*, B 2016 ; *Mémoires*, M 576.
— Société belge de géologie : *Bulletin*, B 1178.
— Société royale de botanique de Belgique : *Bulletin*, B 1736.
— Société scientifique de Bruxelles : *Annales*, A 1101 ; *Revue des questions scientifiques*, R 1252.
— Université. *Recueil de l'Institut zoologique Torley-Rousseau*, R 208[1].
— *Revue de chirurgie plastique*.
GEMBLOUX. — Institut agronomique de l'État : *Bulletin*, B 1768.
LIÉGE. — Société géologique de Belgique : *Annales*, A 980.
— Société royale des sciences : **Bulletin** ; *Mémoires*, M 557.
— Université. Institut de botanique : *Archives*, A 2116.
LOUVAIN. — Université. Laboratoire d'astronomie et de géodésie : *Publications*, P 840[2].
TERVUEREN. — Musée du Congo belge : *Annales*, A 1083.
UCCLE. — Observatoire royal de Belgique : *Annuaire*, A 1315 ; *Bulletin astronomique* ; *Bulletin séismique*, B 2490.

Danemark.

KOBENHAVN (COPENHAGUE). — Danmarks Geodaetisk Institut : *Bulletin of the seismological Station*.

KOBENHAVN (COPENHAGUE). — Kgl. Danske Videnskabernes-Selskabs (Académie royale des sciences et des lettres) : *Biologiske Meddelelser*, D 13; *Mathematisk-fysiske Meddelelser*, K 59; *Oversigt* (*Bulletin*), O 279; *Skrifter* (*Mémoires*), S 372.

Espagne.

BARCELONA. — Academia de ciencias y artes : *Boletin*, B 434; *Memorias*, M 693.
— Museu de ciencias naturals : *Treballs*, T 501[2].
— *Junta de ciencias naturals*, A 318.
— *Ciencia*, C 397[1].

MADRID. — Academia de ciencias, fisico-quimicas y naturales ; *Anuario*, A 1897; *Memorias*, M 692; *Revista*, R 755.
— Observatorio astronomico : *Anuario*, A 1908.
— Sociedad española de historia natural : *Boletin*, A 691; **Revista española de biologia.**
— Sociedad geografica nacional : *Boletin*, B 460.

SAN FERNANDO. — Instituto y Observatorio de Marina : *Carta fotografica del cielo*
— *Almanaque nautico*, A 555.

Finlande.

HELSINKI (HELSINGFORS). — Academia scientiarum fennica (Suomalaisen tiedeakatemian) : *Annales* (*Toimituksia*), S 750; *FF* (*Folklore Fellows*) *Communications*, F o[1]; *Index operum* (*Julkasuja*).
— Commission géologique de Finlande (Suomen geologinen Toimikunta) : *Bulletin* B 1093 *bis*; *Geologisköversiktskarta*, G 271.
— Merentutkimuslaitoksen julkaisu havsforskningsinstituts (Institut thalassologique) : *Skrifter*, M 735[1].
— Observatoire astronomique : *Catalogue photographique du ciel.*
— Societas geographica fenniæ : *Acta geographica*, A 119[3]; *Fennia*, F 32.
— Societas scientiarum fennica : *Acta*, A 139; *Årsbok-Vuosikirja*, S 395[1]; *Bidrag till Kännedom af Finlands natur och folk*, B 318; *Commentationes biologicæ* S 395[2]; *Commentationes physico-mathematicæ*, C 573 *bis*.

KUOPIO. — Finnische Akademie der Vissenschaften. Magnetische Observatorium : *Veröffentlichungen.*

Grande-Bretagne.

BIRMINGHAM. — Natural History and Philosophical Society : *Annual Report*, B 363 *bis*; *Proceedings*, P 525.

CAMBRIDGE. — Observatory : *Annual Report*, C 48.
— Solar Physics Observatory : *Annals*, A 1207; *Annual Report of the Director*, A 1721.
— *Discovery Reports.*

DUBLIN. — Royal Dublin Society : *Economic Proceedings*, E 113 : *Scientific Proceedings*, J 845.

DUBLIN. — Royal Irish Academy : *Proceedings*, P 600.
EDINBURGH. — Geological Society : *Transactions*, T 306.
— Royal Observatory : *Annual Report of the Astronomer Royal for Scotland*, A 1665.
— Royal Physical Society : *Proceedings*, P 601.
— Royal Society : *Proceedings*, P 602; *Transactions*, T 402.
GREENWICH. — Royal Observatory : *Report of the Astronomer Royal to the Board of Visitors*, R 429.
HARPENDEN. — Rothamsted Experimental Station : *Report*.
— *Rothamsted Memoirs on Agricultural Science*, R 1713 *bis*.
LONDON. — British Astronomical Association : *Handbook*, B 742; *Journal*, J 798; *Memoirs*, M 610.
— Geological Society : *Geological Literature*, G 244; *Quarterly Journal*, Q 11.
— Institution of Mechanical Engineers : *Proceedings*, P 560.
— Mathematical Society : *Journal*, J 819[1]; *Proceedings*, P 569.
— Meteorological Office : *Annual Report of the Director*; *Geophysical Memoirs* M 783; *Meteorological Extracts from the Annual Reports of the British Colonies*; *Meteorological Observations made in British Colonies and Protectorates*; *Monthly Weather Report*, M 781; *Observatories' Year Book*, O 100[1]; *Weekly Weather Report*, M 781.
— National Physical Laboratory : *Collected Researches*, N 25; *Report for the Year*, N 26.
— Royal Astronomical Society : *Monthly Notices*, M 1256.
— Royal geographical Society : *Geographical Journal*, G 231.
— Royal Institution of Great Britain : *Proceedings*, N 258; *Record*, R 196[1].
— Royal Microscopical Society : *Journal*, T 361.
— Royal Society : *Obituary Notices of Fellows*, O 0[1]; *Philosophical Transactions*, P 225; *Proceedings*, A 72; *Year Book*, Y 20.
— Royal Society of Medicine : *Proceedings*, P 603.
— *A Catalogue of Periodical Literature*.
— *Chemical News and Journal of Industrial Science*, C 311.
— *Nautical Almanach and Astronomical Ephemeris*, N 73.
— *World Power*.
MANCHESTER. — Literary and Philosophical Society : *Memoirs and Proceedings*, M 627.
SIDMOUTH. — Norman Lockyer Observatory : *Directors' Annual Report*, N 203[2].

Grèce.

ATHÈNES. — Académie d'Athènes : *Praktica*.
— Chambre technique de Grèce : **Chronique technique.**

Italie.

BOLOGNA. — Osservatorio astronomico della R. Universita : *Pubblicazioni*, P 784 *bis*.
— *Giornale di bibliografia tecnica internazionale*, G 316[1].
CATANIA. — Reale Osservatorio astrofisico di Catania : *Annuario*, R 175[1]; *Attivita del Sole (L')*; *Catalogo astrofotografico internazionale*.

Citta del Vaticano. — Pontificia Academia scientiarum nuovi Lincei : *Atti*, A 2538 ; *Memorie*, M 708 ; *Scientiarum nuncius radiophonicus.*

— Specola astronomica vaticana : *Carta fotografica del cielo ; Rassegna delle nebulose oscure.*

Milano. — Reale Istituto lombardo di scienze e lettere : *Memorie*, M 705 *bis* ; *Rendiconti*, R 175.

— Universita cattolica del Sacro Cuore : *Pubblicazioni.*

— *Gazzetta medica lombarda*, G 175.

— *Scientia*, R 1665.

Modène. — R. Accademia di scienze, lettere ed arti : *Atti e Memorie*, A 2549 et M 710.

Napoli. — Societa italiana di Biologia sperimentale : *Bollettino*, B 618[1].

— Societa reale di Napoli. Accademia delle scienze fisiche e matematiche : *Rendiconti*, R 332.

Padova. — Universita : *Rendiconti del Seminario Matematico.*

Palermo. — Circolo matematico : *Indice delle Pubblicazioni ; Rendiconti*, R 329.

Parma. — Ministerio dei lavori pubblici. Servizio idrografico. Ufficio idrografico del Po : *Annali idrologici*, U 8[1] ; *Pubblicazioni.*

— Ministerio dei lavori pubblici. Circolo superiore d'ispezione per il Po : *Bollettino annuale*, B 563 *bis*[1] ; *Bollettino trimestriale.*

Pisa. — Reale Scuola d'ingegneria : *Pubblicazioni*, R 177 *bis*[1].

— Reale Scuola normale superiore : *Annali*, A 1143.

Reggio. — R. Stazione sperimentale per l'industria delle essenze e dei derivati dagli agrumi : *Bollettino ufficiale*, B 659[1].

Roma. — Consiglio nazionale delle ricerche : *Bibliografia Italiana*, B 226 *bis* ; *La ricerca scientifica.*

— Institut international d'agriculture : *Revue internationale d'agriculture* B 1902.

— Ministero dell' aeronautica. Direzione generale dei servizi del materiali e degli aeroporti. Ufficio presagi : *Annali*, A 1140[1].

— Ministero dell' agricoltura e delle foreste : *Nuovi annali dell' Agricoltura*, A 1131.

— Reale Accademia nazionale dei Lincei : *Annuario*, A 1851 ; *Atti*, A 2546 ; *Memorie*, A 2546 ; *Rendiconti*, A 2546.

— Societa italiana delle Scienze : *Annuario.*

— R. Ufficio centrale di meteorologia e geofisica : *Annali*, A 1140 ; *Memorie*, M 702[1].

Siena. — *Rassegna di Studi psichiatrici*, R 161.

Torino. — Academia pro Interlingua : *Schola et Vita.*

— Reale Accademia delle Scienze : *Atti*, A 2547.

Venezia. — R. Comitato talassografico italiano : *Memorie*, S 394[1] et R 173[2].

— Reale Istituto veneto di scienze lettere ed arti : *Atti*, A 2571.

Latvie.

Riga. — Latvijas Biologijas Biedrîbas : *Radsti.*

Luxembourg.

Luxembourg. — Institut Grand Ducal : *Archives*, S 484.

Monaco.

MONACO. — Institut océanographique : *Bulletin*, B 2015.

Norvège.

BERGEN. — Museum : *Årsberetning*, B 118 ; *Årbok*, B 118 ; *Skrifter*, B 119.
— Norwegian north polar expedition with the « Maud » : *Scientific Results*.
OSLO. — Norske videnskaps-Akademi : *Geofysiske Publikasjoner*, G 221 *bis*.

Pays-Bas.

AMSTERDAM. — Koninklijke Akademie van Wetenschappen : *Proceedings of the Section of Sciences*, K 81 ; *Verhandelingen*, V 25.
— Nederlandsche botanische Vereeniging : *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, N 92.
— *Recueil des travaux botaniques néerlandais*, N 92.
DE BILT. — Koninklijk nederlandsch meteorologisch Instituut : *Annuaire; Ergebnisse aerologischer Beobachtungen ; Monthly meteorological Data for ten-degree squares in the oceans ; Oceanographische en meteorologische Waarnemingen in den Atlantischen Oceaan ; Overzicht der meteorologische Waarnemingen, verricht op de meteorologische Stations in Nederlandsch West-Indië ; Seismeische registrierungen in De Bilt*, S 272.
HAARLEM. — Musée Teyler : *Archives*, A 2162.
— Société hollandaise des sciences : *Archives néerlandaises de phonétique expérimentale ; Archives néerlandaises de physiologie de l'homme et des animaux*, A 2185.
— Teyler's Tweede Genootschap : *Verhandelingen*, V 32.
LEIDEN. — Physical Laboratory of the University : *Communications*, C 616.

Pologne.

KRAKÓW (CRACOVIE). — Polskiego Towarzystwa geologicznego (Société géologique de Pologne) : *Rocznik* (*Annales*), R 1704[2].
LWOW. — Société polonaise des naturalistes « Kopernik » : *Kosmos*, K 89[1].
— *Studia mathematica*.
PULAWY. — Institut national polonais d'économie rurale : *Mémoires*, P 27[1].
WARSZAWA (VARSOVIE). — Nencki Institute of experimental Biology 1920-1927 : *Acta Biologiæ experimentalis*.
— Societas botanicorum Poloniæ : *Acta*, A 134[1].
— Société des sciences et des lettres : *Annuaire* (*Rocznik*), R 1704[1] ; *Comptes rendus des séances* (*Sprawozdania*), C 671.
— Société polytechnique : *Comptes rendus* (*Sprawozdania i Prace*), S 566[2].

Portugal.

COIMBRA. — Universidade. Observatorio astronomico : *Efemérides astronomicas*, E 303.
PORTO. — Faculdade de sciencias : *Anaïs*, A 655[1].

Roumanie.

Bucuresti (Bucarest). — Académie roumaine : *Bulletin de la section scientifique*, B 1147.
— Institut expérimental roumain pour la culture et la fermentation du tabac : *Bulletin* (Buletinul cultivărei şi fermentărei Tutunului).
— Institut national roumain pour l'étude de l'aménagement et de l'utilisation des sources d'énergie : *Publications*.
— Ministerului agriculturii si domeniilor : *Buletinul informativ*.
— Société médicale des hôpitaux : *Bulletins et mémoires*, B 2170.

Russie.

Kharkow. — Société mathématique : *Communications*, C 615.
— *Journal chimique de l'Ukraine*, O 265².
Kieff. — Académie des sciences de l'Ukraine : **Journal du cycle industriel et technique**; **Journal du cycle mathématique**; *Journal du cycle médical; Publications; Ukrainæ tabularium.*
— Jardin botanique : *Bulletin*.
Krasnodar. — *Travaux de l'Institut pédagogique du Kuban*, T 538¹.
Leningrad. — Académie des sciences : *Bulletin*, B 2485; *Comptes rendus*, C 628.
— Académie des sciences. Pacific Committee : *Transactions*.
— Institut de médecine expérimentale : *Archives des sciences biologiques*, A 2157.
— Lenin's Academy of Agricultural Sciences. Institute of Plant industry : *Plan, protection*.
— Société russe de minéralogie : *Mémoires*, V 72.
Moskva (Moscou). — Comité géodésique : *Bulletin*.
— Geological and prospecting Service : *Bulletin; Bulletin of the Information Service of the Association for the Study of the European Quaternary; Transactions*.
— Scientific Institute of National Economy : *Transactions*.
— Scientific Research Institute of the supreme Council of National Economy : *Transactions of the Central aerohydrodinamical Institute; Transactions of the State Institute for Testing Building materials.*
— Scientific technical Department of the supreme Council of National Economy : *Transactions*, S 232¹.
— *Revue zoologique russe*, R 1612¹.
Tomck. — State University : *Transactions*.
Vladivostok. — Observatoire géophysique central : *Annales*.

Suède.

Göteborg. — Kunglika Vetenskaps-och Vitterhets-Samhälles : *Handlingar*, G 374.
Stockholm. — K. Svenska Vetenskaps Akademiens : *Arkiv för botanik*, B 331; *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi*, B 331; *Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik*, B 331; *Arkiv för Zoologi*, B 331; *Årsbok*, K 67; *Handlingar*, S 775; *Levnadsteckningar*, L 59 *bis*; *Skrifter i naturskyddsärenden*, K 67¹.

Stockholm. — Statens meteorologisk hydrografiska anstalt : *Årsbok*, S 590[1]; *Meddelanden*, M 174.
— Sveriges geologiska undersökning, S 776; *Årsbok*, S 776 *bis*; *Kartblad; Oversiktskarte.*
— *Acta mathematica*, A 126.
— *Les prix Nobel*, P 483.
Uppsala. — Regiae. Societatis Scientarum Uppsaliensis : *Nova acta*, A 125.
— Université. Anatomichen Institut : *Läkareförenings Förhandlingar.*
— Université. Geological Institution : *Bulletin*, B 2364.
— Université. Observatoire météorologique : *Bulletin mensuel*, B 2318.

Suisse.

Bale. — Société de chimie helvétique : *Helvetica chimica acta*, H 52.
— *Catalogue des écrits académiques suisses*, C 97.
Berne. — Bibliothèque nationale suisse : *Rapport*, B 309[1].
Genève. — Observatoire : *Publications*, O 29.
— Société astronomique Flammarion : *Bulletin*, B 1171[1].
— Société de physique et d'histoire naturelle : *Comptes rendus des séances*, C 665; *Mémoires*, M 511.
— Société des nations : *Rapport épidémiologique de la section d'hygiène du Secrétariat*, S 474.
— *Archives des sciences physiques et naturelles*, B 313.
Lausanne. — Institut international de mécanoculture : *Comptes rendus sténographiques des séances de la troisième semaine internationale du machinisme à la ferme; Le courrier de l'I. M. C.*
— Société helvétique des sciences naturelles : *Mémoires*, D 37.
— Société helvétique des sciences naturelles. Commission géologique : *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.*
— Société vaudoise des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1862; *Mémoires*, M 558[1].
Zurich. — Eidgenössische Sternwarte : *Astronomische Mitteilungen*, M 1066.
— Eidgenössiche Sternwarte. International astronomical Union : *Bulletin for character figures of solar phenomena.*
— Schweizerischen meteorologischen zentral-Anstalt : *Annalen*, S 165.

Tchécoslovaquie.

Brno. — École des hautes études vétérinaires (Vysoká Škola zvěrolékařské) : *Publications biologiques* (*Biologicke Spisy*), P 821[1].
— École supérieure d'agronomie (Vysoká Skolá zemédelské) : *Bulletin* (*Sbornik*), B 989[2].
— Université Masaryk : *Publications de la Faculté de médecine*, P 835[2]; *Publications de la Faculté des sciences*, S 558.
Praha (Prague). — Ceská Akademie Věd a Uměni (Académie tchèque des sciences et des arts) : *Bulletin international*, B 2197; *Paleontographica bohemiæ*, P 14[1]; *Rozpravy*, R 1740.

PRAHA (PRAGUE). — Observatoire national (Státni) Hvězdárny : *Annuaire astronomique (Hvězdářská Ročenka)*, H 142; *Publications*, P 833[1].
— *Collection des travaux chimiques de Tchécoslovaquie*, C 511[1].

Turquie.

ANKARA (ANGORA). — Institut météorologique de la République Turque : *Bulletin de la distribution pluviométrique du pays.*

Yougoslavie.

BEOGRAD (BELGRADE). — Académie royale serbe des sciences et des arts : *Comptes rendus.*
— Université. Institut séismologique : *Publications.*
— Université. Observatoire astronomique : *Mémoires.*
ZAGREB. — Veterinarsky Fakultata : *Veterinarski Archiv.*

ASIE.

Chine.

CANTON. — Geological Survey of Kwangtung and Kwangsi : *Special Publications*
— Observatoire de l'Université Sun Watsen : *Revue bimensuelle.*
HONG-KONG. — Royal Observatory : *Monthly Meteorological Bulletin*, M 1254[1]; *Monthly Seismological Bulletin*, M 1267[2]; *Report of the Director*, R 460.
NANKING. — Academia Sinica. Metropolitan Museum of Natural History : *Sinensia*
— Academia Sinica. National Research Institute of Chemistry : *Memoirs.*
— Academia Sinica. National Research Institute of Engineering : **Memoirs.**
— Academia Sinica. National Research Institute of Geology : **Contributions**; *Memoirs*; **Monograph.**
— Academia Sinica : National Research Institute of Meteorology : *Monthly meteorological Bulletin.*
— Academia Sinica. National Research Institute of Social Sciences : *Monograph. Publications.*
— Central Industrial Laboratories : *Industrial Center.*
— Science Society of China : *Contributions from the biological Laboratory.*
PEIPING (PEKING). — Geological Society of China : *Bulletin*, B 2365[1].
— National Academy. Geological Survey of China : *Geological Bulletin*, B 2366 *bis*; *Geological Memoirs*; *Memoirs*, M 617; *Paleontologia sinica*, P 16 *bis*; *Seismological Bulletin.*
— National Library : *Annual Report.*
— National Tsing Hua University : *Science Reports.*
SHANGHAÏ. — Science Institute : *Bulletin.*

États du Levant sous Mandat français.

— Service central météorologique : *Bulletin mensuel.*

Indes anglaises.

Allahabad. — Academy of Sciences : **Bulletin.**
— Indian Mathematical Society : *Journal*, J 818.
Bombay. — Government Observatories : *Magnetic Meteorological and Seismographic Observations*, M 60.
Calcutta. — Geological Survey of India : *Memoirs*, M 620 ; *Records*, R 193.
— Indian Museum : *Memoirs*, M 625 ; *Records*, R 196.
Ceylon. — *Ceylon Journal of Science*, C 198[1].
Kodaikanal. — Observatory : *Bulletin*, K 49 ; *Report*, A 1713.

Indochine.

Hanoï. — Inspection générale des Mines et de l'Industrie. Service de la Statistique générale de l'Indochine : *Annuaire statistique de l'Indochine.*
— Service géologique : *Bulletin*, B 2032.
— *Bulletin économique de l'Indochine*, B 2153.
Phu Lien. — Observatoire central. Service météorologique de l'Indochine : *Annales : Bulletin pluviométrique*, O 85.

Japon.

Fukuoka. — Kyushu Imperial University : *Memoirs of the College of Engineering*, M 614.
Hiroshima. — University : *Journal of Science.*
Kyoto. — Imperial University : *Acta scholæ medicinalis*, A 134.
— Imperial University. College of Agriculture : *Memoirs*, M 613[1].
— Imperial University. College of Engineering : *Memoirs*, M 615.
— Imperial University. College of Science : *Memoirs*, M 615.
Nagoya. — University (Nagoya Ikwa-Daigaku) : *Nagoya Journal of Medical Science*, N 8[1].
Port-Arthur. — Ryojun College of Engineering : *Memoirs*, M 641[1].
Sapporo. — Hokkaido Imperial University. Faculty of Engineering : *Memoirs*, M 616[2].
— Hokkaido Imperial University. Faculty of Science : *Journal.*
Sendai. — Saito Gratitude Foundation (Saito-Ho-On-Kai) : *Annual Report of the Work* A 1814[1].
— Tôhoku Imperial University : *Science reports*, S 215 *bis* ; *Mitteilungen über allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie*, M 1065[1] ; *Technology reports*, T 59, *Tôhoku Journal of Experimental Medecine*, T 179 ; *Tôhoku Mathematical Journal*, T 180.

TAIHOKU. — Imperial University : *Memoirs of the Faculty of Science.*

TOKYO. — Astronomical Society of Japan : *Observations of Variables Stars.*

— Chemical Society of Japan : *Bulletin*, B 2355[1].

— Imperial Academy : *Proceedings*, P 554[1].

— Imperial Earthquake Investigations Committee : *Bulletin*, B 2376 ; *Contents of the Publications.*

— Imperial University (Tokio Teikoku Daigaku) : *Calendar*, T 182.

— Imperial University. Aeronautical Research Institute : *Report*, R 425[1].

— Imperial University. Astronomical Observatory : *Astronomical Bulletin.*

— Imperial University. Earthquake Research Institute : *Bulletin*, B 2360[1].

— Imperial University. Faculty of Engineering : *Journal*, J 810[1].

— Imperial University. Faculty of Science : *Journal*, M 642 et J 810[2].

— Imperial University. Government Institute for Infections Diseases : *Japanese Journal of Experimental Medecine.*

— Institute of Electrical Engineers of Japan (Denki-Gakkwai) : *Advance Copy of Lecture.*

— Institute of Physical and Chemical Research : *Bulletin*, B 2377[1] ; *Scientific Papers* S 229.

— Iwata Institute of Plant Biochemistry : *Acta phytochimica*, A 131.

— Japenese National Committee World Power Conference : *Power Bibliography.*

— National Research Council of Japan : *Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*, J 245 ; *Japanese Journal of Botany*, J 245 *bis* ; *Japanese Journal of Medical Sciences* ; *Japanese Journal of Physics*, J 245 *quinter* ; *Report.*

— National Research Council of Japan. Radio Research Committee : *Reports of Radio Researches and Works in Japan.*

— Physico-mathematical Society of Japan : *Proceedings*, T 184.

— Society of Chemical Industry : *Journal*, J 853[1].

— Society of Mechanical Engineers : *Journal.*

— University of Litterature and Science (Tokio Bunrika Daigaku) : *Science Reports.*

— Waseda University : *Memoirs of the Faculty of Science and Engineering.*

Palestine.

HASHAHAR. — Independent Biological Laboratories : *Bulletin.*

Siam.

BANGKOK. — Royal Survey Department. Ministry of Defence : *Report on the Operations.*

Syrie.

KSARA. — Observatoire : *Annales*, A 885[1].

AFRIQUE.

Afrique Occidentale française.

GORÉE. — Service météorologique de l'A. O. F. : *Bulletin.*

Algérie.

ALGER. — Institut Pasteur d'Algérie : *Archives*, A 2116[3].

British East African.

NAIROBI. — Meteorological Service : *Annual Report ; Memoirs ; Meteorological Observations ; Results of Meteorological Observations ; Summary of Rainfall.*

Égypte.

CAIRO. — Ministry of Agriculture. Technical and Scientific Service : *Bulletin.*

Madagascar.

TANANARIVE. — Académie Malgache : *Bulletin*, B 2510 ; *Mémoires*, M 450[1].

Maurice (Ile).

PORT-LOUIS. — Royal Alfred Observatory : *Results of Magnetical and Meteorological Observations*, M 771.
— Royal Society of Arts and Sciences : *Transactions*, T 401.

Tunisie.

TUNIS. — Institut Pasteur de Tunis : *Archives*, A 2117.
— Service botanique et agronomique de la direction générale de l'agriculture, du commerce et de la colonisation : *Annales*, A 1089[1].

Union of South Africa.

BLOEMFONTEIN. — Nasionale Museum : *Argeologiese Navorsing ; Paleontologiese Navorsing.*
CAPETOWN. — Royal Observatory Cape of Good Hope : *Annals*, A 1194 ; *Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Amiralty*, R 424.

AMÉRIQUE.

Argentine.

BUENOS-AIRES. — Facultad de Ciencias exactes, fisicas y naturales : *Publicaciones.*
— Ministerio de agricultura : *Boletin*, B 511.
— Ministerio de agricultura. Dirección general de mines y geologie : *Publicación.*
— Museo nacional de historia natural : *Anales*, A 725.
— Seminario matemático argentino : *Boletin.*
— Sociedad argentina de ciencias naturales : *Physis*, P 324.
— Sociedad cientifica : *Anales*, A 687.
— Sociedad entomologica argentina : *Revista.*
— *Revista zootécnica*, R 934.

Brésil.

RIO DE JANEIRO. — Academia brasileira de sciencias : *Annaes.*
— Museo nacional : *Boletim*, B 406 *bis*[1].
— Observatorio nacional : *Annuario*, A 1368 ; *Taboas das marés*, T 28[1].
— Sociedade Brasileira de Chimica : *Revista Brasileira de Chimica*, R 686[1].
— *Revista medico-cirurgica do Brasil*, R 883.

Canada.

MONTREAL. — Université : *Annuaire général.*
OTTAWA. — Canadian Patent Office : *Record and Register of Copyrights and Trade Marks*, C 66.
— Department of Marine. Canadian Hydrographic Service : *Tide Tables for the Atlantic Coasts of Canada ; Tide Tables for the Pacific Coast of Canada.*
— Department of Mines : *Annual Reports*, C 55 ; *Mines Branch.*
— Department of Mines. Musée national du Canada : *Bulletin.*
— Department of the Interior. Dominion Observatory : *Magnetics Results ; Publications*, D 137.
— Geodetic Survey of the Canada : *Annual Report of the Director*, A 1796.
TORONTO. — Biological Stations of Canada : *Contributions to Canadian Biology and Fisheries*, C 1001.
— Ministry of Fischeries. Biological Board of Canada : *Annual Report on the Work ; Bulletin*, B 2346[2].
— Royal astronomical Society of Canada : *Journal*, T 281.
— Royal Canadian Institut : *Transactions*, C 63.

Chili.

CONCEPCION. — Sociedad de Biologia : *Boletin.*
SANTIAGO. — Observatorio del Salto : *Boletin*, B 522[1] ; *Memoria anual.*

Cuba.

La Habana. — *Boletin oficial de marcas y patentes*, B 558.

États-Unis.

Albany. — University of the State of New-York. New-York State Museum : *Bulletin*, B 2397 *bis*.
— *Astronomical Journal*, A 2454.
Ann Arbor. — University of Michigan. Observatory : *Publications*, D 149.
Berkeley. — University of California : *Memoirs*, M 644 ; *Publications*, U 149.
Boston. — American Academy of Arts and Sciences : *Memoirs*, M 603 ; *Proceedings*, P 500.
Boulder. — University of Colorado : *Bulletin*, C 106.
Cambridge. — Harvard College Observatory : *Annals*, A 1192 ; *Annual Report of the Director*, A 1714 ; *Bulletin*, H 30 ; *Circular*, A 2468.
Chicago. — Academy of Sciences : *Program of Activities*.
— University. Yerkes Observatory : *Publications*, P 878.
College Station. — Agricultural and Mechanical College of Texas : *Bulletin*.
Des Moines. — Iowa Geological Survey : *Annual Report*, R 467.
Easton. — American Chemical Society : *Journal*, J 780.
— National Academy of Sciences, *voir* Washington National Academy of Sciences.
Geneva. — New-York State Agricultural Experimental Station : *Annual Report*, N 142 ; *Bulletin ; Technical Bulletin*, N 143.
Halifax. — Nova Scotian Institute of Science : *Proceedings*.
Houghton. — Michigan College of Mining and Technology : *Bulletin*.
Iowa City. — University of Iowa : *Studies*, U 155.
Madison. — American Astronomical Society : *Publications*, P 848.
Mount Hamilton. — University of California. Lick Observatory : *Bulletin*, L 81 ; *Publications*.
New-York. — American Mathematical Society : *Transactions*, T 252.
— American Physical Society : *Physical Review*, P 307.
— American Society of Civil Engineers : *Papers*, A 632[1].
— Engineering Foundation : *Progress Report*.
— Meteorological Observatory : *Annual Tables*, N 157[1] ; *Report*, R 494.
— New-York Academy of Sciences : *Annals*, A 1200.
— State Museum : *Bulletin*, B 2397 *bis*.
Philadelphia. — Academy of Natural Sciences : *Proceedings*, P 498 ; *Year book*, A 1656[1].
— American Philosophical Society : *Proceedings*, P 506.
— Franklin Institute : *Journal*, J 812.
Pittsburgh. — University Allegheny Observatory : *Publications*, P 847.
— *Instruments ; The Magazine of Measurement and Control*.
Rock-Island. — Augustana Library : *Publications*, A 2575[2].
Rolla. — Missouri Bureau of Geology and Mines : *Biennial Report of the State Geologist* B 328 *bis* ; *Publications*, P 868.

SAINT-LOUIS. — Academy of Sciences : *Transactions*, T 232.
SAN DIEGO. — Museum : *Bulletin.*
— Society of Natural History : *Transactions*, T 402[1]
SAN FRANCISCO. — California Academy of Sciences : *Proceedings*, P 534.
STANFORD. — University : *Contributions from the Department of Geology ; Contributions from the Dudley Herbarium ; Publications*, L 65.
WASHINGTON. — Carnegie Institution : *New general Catalogue of Double Stars ; Publications*, C 77.
— Carnegie Institution. Department of Terrestrial Magnetism : *List of Publications.*
— Carnegie Institution. Mount Wilson Solar Observatory : *Contributions*, C 76.
— Department of Agriculture : *Circular*, D 113[1]; *Farmers' Bulletin*, U 78 ; *Leaflet ; Miscellaneous Publication*, D 114 ; *Monthly Weather Review*, M 1269 ; *Technical Bulletin*, U 80[1].
— Department of Agriculture. Weather Bureau : *Monthly Weather Review*, M 1269.
— Department of Commerce. Bureau of Standards : *Building and Housing Publications ; Circular*, C 419 ; *Commercial Standard ; Handbook ; Journal of Research*, B 2555[1]; *Miscellaneous Publications*, D 119 ; *Monthly List ; Progress Revision ; Standard Year Book ; Supplementary list of Publications.*
— Department of Commerce. Coast and Geodedic Survey : *Annual Report of the Director ; Results of Observations ; Serial ; Triangulation.*
— Department of the Interior. Geological Survey : *Water Supply Paper*, W 7.
— Department of the Interior. Office of Education : *Bulletin*, U 62.
— Department of the Navy. Naval Observatory : *American Ephemeris and Nautical Almanac*, A 584 ; *Annual Report*, S 789.
— Library of Congress : *Report of the Librarian*, L 79.
— National Academy of Sciences : *Proceedings*, P 574.
WASHINGTON. — National Research Council : *Bulletin*, B 2392 ; *Report ; Reprint and Circular Series*, R 563[1].
— Smithsonian Institution : *Annual Report of the Board of Regents*, A 1674.
— Smithsonian Institution. Astrophysical Observatory : *Annales*, A 1193.
— Smithsonian Institution. Bureau of Ethnology : *Smithsonian Miscellaneous Collections*, S 381.
— Smithsonian Institution. National Museum : *Bulletin*, S 380 ; *Proceedings*, P 612 ; *Report*, R 553.
— *Journal of Agricultural Research*, J 718.

Mexique.

MEXICO. — Asociación de Ingenieros y Arquitectos : *Revista mexicana de Ingenieria y Arquitectura*, R 896 *bis*[1].
— Departamento de Salubridad Publica : *Boletin del Instituto de Higiene*, B 503[1].
— Instituto de Biologia : *Anales ; Folletos de Divulgacion cientifica.*
— Instituto geologico : *Boletin*, B 445.
— Laboratoire de Plasmogénie : *Bulletin.*
— Sociedad cientifica « Antonio Alzate » : *Memorias y Revista*, M 695.

Pérou.

LIMA. — *Revista de ciencias*, R 721 *bis*.

Uruguay.

MONTEVIDEO. — Facultad de medicina : *Anales*, A 681.
— Sociedad de cirugia : *Boletin*.

Venezuela.

CARACAS. — Colegio de ingenieros de Venezuela : *Revista*, R 803[1].

OCÉANIE.

Australie.

ADELAÏDE. — Hospital : *The Medical and Scientific Archives*, M 289[1].
— University : *The Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science* A 2594[1].
SYDNEY. — Australian National Research Council : *Australian Science Abstract*, A 2596[2].
— Royal Society of New South Wales : *Journal and Proceedings*, T 390.
— University : *Journal of the Cancer Research Committee*.

Indes Néerlandaises.

BANDOENG. — Netherlands East Indian Volcanological Survey : *Bulletin*, B 2392[1].
— Dienst van den Mijnbouw : (Service géologique) *Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch-Indië*, J 7; *Wetenschappelijke mededeelingen*, W 43[1] et D 204[1].
BATAVIA. — Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium : *Observations*, O 48; *Observations made at secondary Stations*; *Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië*; *Seismological Bulletin*, E 326; *Verhandelingen*, K 80.
— Netherlands India Science Council : *Natuurwetenschapplijke read voor Nederlandsch Indië*.
WELTEVREDEN. — Koninklije Natuurkundige Vereenigings in Nederlandsch-Indië *Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, N 70.

ERRATA.

(Séance du 27 mars 1933.)

Note de MM. *R. Fosse*, *P. de Graeve* et *P.-E. Thomas*, Rôle de l'acide allantoïque chez les végétaux supérieurs :

Page 884, ligne 9, *au lieu de*

$$\left[\begin{matrix}NH^2.CO.NH\\ NH^2.CO.NH\end{matrix} CH.COO\right]^2 Hg + 2H^2O,$$

lire

$$\left[\begin{matrix}NH^2.CO.NH\\ NH^2.CO.NH\end{matrix} CH.COO\right]^2 Hg + H^2O.$$

Page 886, ligne 7, *au lieu de*

HCl concentré.......................... 1^{cm^3}

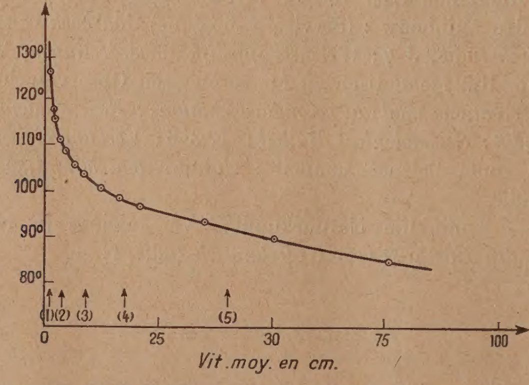
lire

HCl concentré.......................... $1^{cm^3},2$

(Séance du 6 juin 1933.)

Note de M. *L. Sackmann*, Sur la variation de l'angle de décollement en fonction du régime d'écoulement :

Page 1717, ajouter le graphique ci-dessous :



Variation de l'angle de décollement en fonction de la vitesse d'ecoulement.

FIN DU TOME CENT-QUATRE-VINGT-SEIZIÈME.

